

## REQUALIFICAÇÃO E GESTÃO DE RIBEIRAS EM ÁREAS IRRIGADAS MEDITERRÂNICAS: APLICAÇÃO AO PERÍMETRO DE REGA DO EFMA

TESE APRESENTADA PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM RESTAURO E GESTÃO  
FLUVIAIS

**MARIA HELENA NEVES BARBOSA**

**ORIENTADORA:** Doutora Maria Teresa Marques Ferreira da Cunha Cardoso

**JÚRI:**

**Presidente:** Reitor da Universidade de Lisboa

**Vogais:** Doutora Maria Teresa Marques Ferreira da Cunha Cardoso  
Professora Catedrática  
Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutor António José Guerreiro de Brito  
Professor Associado com agregação  
Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutora Ana Maria da Silva Monteiro  
Professora Auxiliar com agregação  
Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutora Maria Teresa Calvão Rodrigues  
Professora Auxiliar  
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa;

Doutora Maria Manuela Queiroz Martins Mantero Moraes  
Professora Auxiliar  
Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora.

LISBOA

2014





*Dedico este trabalho à minha filha*

*A força inspiradora da minha vida*



## AGRADECIMENTOS

É com satisfação que aproveito esta oportunidade para agradecer a todos quanto contribuíram para a realização deste trabalho, pedindo desde já desculpa por alguma omissão, gostaria de demonstrar a minha gratidão às seguintes pessoas sem as quais não teria sido possível concluir este trabalho:

Em primeiro lugar, agradeço à Professora Teresa Ferreira, orientadora desta dissertação, pela indicação do tema, elevado apoio, disponibilidade, amizade, motivação e pelas valiosas sugestões e críticas que me proporcionou em todas as fases da dissertação, sob elevados padrões de método e rigor científico.

À Eng.<sup>a</sup> Luísa Pinto, pelas palavras constantes de incentivo e apoio, amizade e confiança, fatores motivacionais sempre presentes no decurso do trabalho.

Ao Eng.<sup>o</sup> Jorge Vazquez e ao Eng.<sup>o</sup> Miranda pelas pertinentes sugestões, apoio e motivação.

A todos os colegas e amigos que de algum modo contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente ao José Perdigão, ao António Parreira, à Isabel Valente, à Filipa Ruas, ao Paulo Marques, ao Valdemar Canhão, ao Miguel Martinho e mais recentemente, à Marisa Barros.

Aos novos colegas do Instituto Superior de Agronomia, pela cooperação e amizade, sobretudo nos momentos finais, em particular ao José Maria dos Santos, ao Paulo Branco, à Rosário Fernandes, à Francisca Aguiar e ao Pedro Segurado.

Aos colegas e amigos do DRGRF 2010, pela entreaajuda e palavras de incentivo, nomeadamente à Ana Quaresma e ao Rui Rivaes.

Um agradecimento especial à minha recente família, à qual agradeço a motivação, compreensão e apoio. Uma palavra de apreço ao João Baía, pela ajuda imprescindível na revisão do texto e pelas sugestões.

À minha família devo-lhe muito do que sou hoje (sobretudo aos meus pais). Obrigada pela compreensão face às minhas ausências, pelos momentos de ternura que atenuam as frustrações e apoio que manifestaram neste período.

Aos familiares e amigos, em particular à minha amiga Ana Cristina Figueira, à minha madrinha Catarina da Palma Barbosa e primo David Martins, pelas palavras de incentivo e inestimável apoio.

Ao Paulo, meu companheiro e amigo, pela ajuda, apoio imprescindível, carinho e cumplicidade que nos une.

Por fim, à minha querida filha, Maria Inês, pelo amor incondicional, por retemperar as minhas forças, és a razão máxima do meu esforço.



## RESUMO

Com o intuito de melhorar as condições de escoamento das ribeiras localizadas em perímetros do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, são implementadas intervenções de requalificação (limpeza e reperfilamento).

Pouco se sabe acerca da ecologia destas ribeiras, sobretudo no que diz respeito à análise entre o impacto das requalificações e a resposta e recuperação da vegetação a estas intervenções.

Face às imposições legais da Diretiva Quadro de Água, avaliaram-se os efeitos e eficácia das requalificações e analisaram-se os desvios ecológicos existentes entre ribeiras naturais e ribeiras agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas).

Consideraram-se dois tipos de ribeiras - pequenas e grandes, para suportar relações causa-efeito. Procederam-se a medições, antes e após as intervenções para analisar o funcionamento ecológico e entre ribeiras naturais e agrícolas para identificar o referencial ecológico, expressas através de variáveis categorizadas, tendo-se utilizado metodologias e testes com base em variáveis de estrutura de vegetação e morfológica e de alteração ripária.

Os resultados comprovam que existe afetação na estrutura e evolução ecológica, nomeadamente de ribeiras pequenas após o reperfilamento, e que as ribeiras não intervencionadas desviam-se pouco das intervencionadas, e que estas se desviam bastante das ribeiras naturais.

São propostas recomendações de requalificação de drenagem futuras para ribeiras intervencionadas.

**Palavras-chave:** drenagem, requalificações, ribeiras, funcionamento ecológico, vegetação



## **ABSTRACT**

In order to improve the drainage conditions of the several streams located in the Alqueva Multi-purpose project, rehabilitation interventions (such as cleaning and reprofiling) are implemented.

Little is known about the ecology of this streams, specially the analysis between these interventions' impact and vegetation recovery.

Considering the legal requirements of Water Framework Directive, stream rehabilitation effects and overall effectiveness were assessed, and ecological deviations were analyzed between natural and agricultural streams (intervened and not intervened ones).

Two types of streams were taken into account, small and large, so as to allow cause-effect relationships.

To assess ecological functioning before and after interventions, and also to identify restoration standards between natural and agricultural streams, measurements expressed as categorized variables were performed, as well as statistical tests based on vegetation structure, riparian disturbance and morphological structure variables.

The obtained results demonstrated that there are affections in both ecological structure and evolution after small stream reprofiling, as well as small deviations between not intervened and intervened streams and large deviations between agricultural and natural ones.

Rehabilitation recommendations for future drainage regarding intervened streams are proposed.

**Key-words:** drainage, rehabilitation, streams, ecological functioning, vegetation





Agradecimentos	
Resumo	
Abstract	
Índice	
Índice de Figuras	
Índice de Tabelas	
Lista de Acrónimos e Abreviaturas	

## ÍNDICE

1	Introdução .....	1
1.1	Considerações Gerais .....	1
1.2	Os sistemas fluviais: conceitos, dinâmica e dimensões .....	4
1.3	A Diretiva Quadro de Água.....	9
1.4	Antropomorfização agrícola de ribeiras alentejanas .....	11
1.5	Requalificação vs Reabilitação vs Restauro Ecológico .....	19
1.6	Importância do Tema .....	22
1.7	Objetivos e estrutura da tese .....	24
2	Tipologia ecológica de ribeiras agrícolas alentejanas .....	29
2.1	Enquadramento e objetivos .....	29
2.2	Localização e Caracterização da Área em Estudo .....	32
2.2.1	Perímetro de rega localizado no Subsistema Alqueva .....	34
2.2.2	Perímetro de rega localizado no Subsistema Pedrogão.....	37
2.2.3	Perímetro de rega localizado no Subsistema Ardila.....	41
2.3	Beneficiação da Rede de Drenagem de Ribeiras Agrícolas Alentejanas .....	44
2.3.1	Tipologias de Intervenção das Ribeiras .....	47
2.3.1.1	Intervenção de limpeza .....	48
2.3.1.2	Intervenção de Reperfilamento .....	52
2.3.2	Ribeiras Agrícolas em estudo .....	54
2.3.2.1	Ribeiras do perímetro do Subsistema Alqueva .....	55
2.3.2.2	Ribeiras do perímetro do subsistema Pedrogão .....	57
2.3.2.3	Ribeiras do perímetro do subsistema Ardila .....	59
2.4	Metodologia .....	61
2.4.1	Identificação e Critério de Seleção das Unidades da Amostra.....	61

2.4.2	Tipologia e critério de seleção das variáveis .....	65
2.4.3	Tratamento dos Dados e Tipo de Análise.....	66
2.5	Resultados .....	69
2.5.1	Tipologia de ribeiras .....	69
2.5.2	Variabilidade ambiental entre tipos de ribeiras.....	78
2.6	Discussão .....	84
3	Estrutura e evolução de ribeiras intervencionadas.....	87
3.1	Enquadramento e objetivos .....	87
3.1.1	Desequilíbrios populacionais em leitos intervencionados.....	93
3.1.2	Intervenções de beneficiação hidráulica vs efeitos .....	98
3.2	Metodologia .....	104
3.2.1	Caracterização das unidades de amostra.....	106
3.2.2	Análise estatística não paramétrica a variáveis de estrutura da vegetação .....	111
3.2.3	Análise estatística não paramétrica a variáveis de alteração ripária .....	114
3.2.4	Análise a variáveis de alteração do canal fluvial .....	115
3.3	Resultados .....	116
3.3.1	Caracterização das intervenções por tipologia de ribeira e por subsistema .....	116
3.3.2	Análise exploratória – Análise componentes principais (PCA).....	121
3.3.3	Análise estatística não paramétrica às Variáveis de Estrutura da Vegetação.....	123
3.3.3.1	Vegetação nas Margens, Taludes e Rasto das Ribeiras.....	123
3.3.3.2	Quantidade de Canas e Silvas.....	140
3.3.3.3	Complexidade ripária .....	154
3.3.4	Análise Estatística às variáveis de alteração ripária .....	160
3.3.4.1	Erosão, ravinamento e assoreamento nas ribeiras.....	160
3.3.4.2	Ocupação Cultural .....	162
3.3.4.3	Forma do Canal.....	164
4	Referencial de Restauro em Leitos Intervencionados.....	167
4.1	Enquadramento e Objetivos .....	167
4.1.1	A Diretiva Quadro de Água e os Leitos Intervencionados em zonas agrícolas .....	170
4.1.2	A importância da situação de referência .....	171
4.1.3	Objetivos.....	173
4.2	Metodologia .....	174
4.2.1	Amostragem de Campo.....	175
4.2.2	Análise exploratória dos dados amostrados .....	182

4.3	Resultados .....	183
4.3.1	Ribeiras grandes: naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) dos perímetros de Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	184
4.3.1.1	Caracterização e análise comparativa/avaliação das variáveis de estrutura da vegetação e de alteração ripária .....	184
4.3.1.2	Análise de variabilidade às médias, máximos e mínimos .....	206
4.3.1.3	Análise Multivariada.....	211
4.3.1.4	Análise Comparativa – Discussão e Conclusão.....	216
4.3.2	Ribeiras Pequenas: naturais, não intervencionadas e intervencionadas nos perímetros de rega do Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	220
4.3.2.1	Caracterização e avaliação das variáveis de estrutura da vegetação e de alteração ripária em ribeiras do tipo pequeno .....	220
4.3.2.2	Análise às médias, máximos e mínimos .....	244
4.3.2.3	Análise Multivariada.....	250
4.3.2.4	Análise Comparativa: Discussão e Conclusão.....	255
5	Conclusões Gerais .....	261
5.1	Conclusões relativas ao capítulo II: <i>Tipologia Ecológica de Ribeiras Agrícolas Alentejanas</i> .....	262
5.2	Conclusões relativas ao capítulo III: <i>Estrutura e evolução de ribeiras intervencionadas</i> ....	265
5.3	Conclusões relativas ao capítulo IV: <i>referencial de restauro em leitos intervencionados</i> ...	273
5.4	Considerações finais.....	279
6	Referências Bibliográficas.....	281



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> -Dimensão fluvial segundo Petts & Amoros (1996) .....	7
<b>Figura 1.2</b> - Modelo conceptual a 4 dimensões do ecossistema lótico .....	8
<b>Figura 1.3</b> - Organização hierárquica dos ecossistemas fluviais (adaptado de Frissel <i>et al.</i> , 1986) .....	9
<b>Figura 1.4</b> - Parcela de terreno agricultado até à periferia de uma ribeira .....	14
<b>Figura 2.1</b> – Enquadramento geográfico do EFMA e subsistemas Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	32
<b>Figura 2.2</b> – Localização das áreas dos perímetros em estudo nos Subsistemas do EFMA.....	33
<b>Figura 2.3</b> - Localização do perímetro de rega do Alqueva.....	34
<b>Figura 2.4</b> – Ocupação cultural da área do Estudo (EDIA, 2012/2013).....	36
<b>Figura 2.5</b> - Percentagem das unidades pedológicas e representatividade dos solos presentes na área em estudo (Ordens, SROA).....	36
<b>Figura 2.6</b> – Enquadramento do perímetro de rega do subsistema de Pedrogão.....	38
<b>Figura 2.7</b> – Ocupação cultural (2014) do perímetro de rega do subsistema Pedrogão (EDIA, 2014) .	40
<b>Figura 2.8</b> - Enquadramento e localização do perímetro de rega do subsistema Ardila.....	41
<b>Figura 2.9</b> - Ocupação cultural do perímetro de rega do Ardila (EDIA, 2014) .....	43
<b>Figura 2.10</b> - Exemplo de algumas obras de arte (EDIA, 2011).....	45
<b>Figura 2.11</b> - Exemplos de plantações em curso de água intervencionados (EDIA, 2014) .....	46
<b>Figura 2.12</b> - Exemplos da ação de hidrossementeira em cursos de água .....	47
<b>Figura 2.13</b> – Exemplos de ações de limpeza seletiva e de cursos de água: desobstruído e obstruído	49
<b>Figura 2.14</b> - Ilustração de exemplos relativamente à intervenção de limpeza .....	50
<b>Figura 2.15</b> - Ilustração de exemplos relativamente ao procedimento com a limpeza.....	51
<b>Figura 2.16</b> - Limpeza de canavial numa ribeira.....	52
<b>Figura 2.17</b> - Antes, durante e após a intervenção de reperfilamento.....	53
<b>Figura 2.18</b> – Procedimento para o reperfilamento .....	53
<b>Figura 2.19</b> - Aspeto geral da ribeira antes e após o reperfilamento .....	53
<b>Figura 2.20</b> - Troço do curso de água antes e após a correção do declive longitudinal .....	54
<b>Figura 2.21</b> - Manutenção da vegetação em troços sujeitos a reperfilamento.....	54
<b>Figura 2.22</b> – Galerias ripícolas com complexidade ripária elevada.....	55
<b>Figura 2.23</b> - Localização e toponímia das ribeiras em estudo no perímetro do subsistema Alqueva.	57
<b>Figura 2.24</b> - Localização e toponímia das ribeiras no perímetro do subsistema Pedrogão .....	59
<b>Figura 2.25</b> - Localização e toponímia das ribeiras em estudo no perímetro do subsistema Ardila ....	61
<b>Figura 2.26</b> – Enquadramento geográfico dos perímetros selecionados dos Subsistemas do EFMA ..	62
<b>Figura 2.27</b> – Localização e número de ribeiras nos perímetros dos subsistemas em estudo.....	63
<b>Figura 2.28</b> – Excerto de desenho de projeto que exemplifica a definição de troço .....	64
<b>Figura 2.29</b> - Exemplo de troços numa ribeira .....	64

<b>Figura 2.30</b> - Classificação e obtenção de grupos de ribeiras .....	68
<b>Figura 2.31</b> – Dendograma de classificação para as ribeiras do perímetro de rega do Alqueva.....	73
<b>Figura 2.32</b> – Dendograma de classificação para as ribeiras do perímetro de rega do Pedrogão .....	73
<b>Figura 2.33</b> – Dendograma de classificação para as ribeiras do perímetro de rega do Ardila .....	74
<b>Figura 2.34</b> - MDS para as variáveis ambientais no perímetro de rega do Alqueva .....	74
<b>Figura 2.35</b> - MDS para as variáveis ambientais no perímetro de rega do Pedrogão.....	75
<b>Figura 2.36</b> - MDS para as variáveis ambientais no perímetro de rega do Ardila .....	75
<b>Figura 2.37</b> – Ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos subsistemas Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	77
<b>Figura 2.38</b> - Variabilidade da distância à nascente entre tipos de ribeiras grandes e pequenas nos três subsistemas.....	78
<b>Figura 2.39</b> - Variabilidade da área de sub bacia hidrográfica e do caudal anual médio entre tipos de ribeiras grandes e pequenas nos três subsistemas.....	79
<b>Figura 2.40</b> - Variação da altitude média entre os 6 tipos de ribeiras.....	80
<b>Figura 2.41</b> – Variação da largura e altura da secção, e largura de rasto nos 6 tipos de ribeiras .....	81
<b>Figura 3.1</b> - Alagamento temporário das ribeiras em estudo .....	87
<b>Figura 3.2</b> - Variação do escoamento e do caudal na área dos perímetros de rega dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila (SNIRH, 2012).....	89
<b>Figura 3.3</b> - Mobilização das parcelas agrícolas até junto às margens de ribeiras .....	91
<b>Figura 3.4</b> - Matos ribeirinhos meridionais e formações de freixais.....	92
<b>Figura 3.5</b> – Aspeto da vegetação invasora após o reperfilamento .....	94
<b>Figura 3.6</b> - Espécies de invasoras presentes em ribeiras agrícolas mediterrâneas.....	95
<b>Figura 3.7</b> - Aplicação de gabião no talude, e ilustração de um troço já reperfilado .....	99
<b>Figura 3.8</b> - Exemplo de ribeiras com zonas de alagamento .....	100
<b>Figura 3.9</b> - Localização dos troços de ribeiras medidos, após as intervenções, em cada um dos Subsistemas (no âmbito dos Projetos de beneficiação da rede de drenagem).....	107
<b>Figura 3.10</b> – Fichas de campo para levantamento das variáveis de estrutura da vegetação, de alteração ripária e de alteração do canal fluvial .....	109
<b>Figura 3.11</b> - Conetividade lateral e longitudinal.....	112
<b>Figura 3.12</b> - Pressões em troços de ribeiras, resultantes da presença de efetivos de bovinos .....	112
<b>Figura 3.13</b> - Presença de canavial e silvado em margens e taludes de ribeiras .....	113
<b>Figura 3.14</b> – Exemplos de complexidade ripária .....	114
<b>Figura 3.15</b> - Situações de erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras.....	114
<b>Figura 3.16</b> - Extensão de troços intervencionados por limpeza e reperfilamento em cada um dos Subsistemas de Rega .....	116
<b>Figura 3.17</b> – Extensão das intervenções de limpeza e reperfilamento em ribeiras pequenas e grandes dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	117
<b>Figura 3.18</b> - Segmentos de ribeiras com reperfilamento e limpeza dentro do perímetro de Rega, e de ribeiras não intervencionadas dentro e fora do perímetro de rega de Alqueva. ....	118

<b>Figura 3.19</b> - Segmentos de ribeiras reperfilamento e limpeza dentro do Subsistema de Rega, e de ribeiras não intervencionadas dentro e fora do perímetro de rega do subsistema de Pedrogão.....	118
<b>Figura 3.20</b> - Segmentos de ribeiras reperfilamento e limpeza dentro do Perímetro de Rega, e de ribeiras não intervencionadas dentro e fora do perímetro de rega do Ardila.....	119
<b>Figura 3.21</b> - Variação das variáveis de intervenção por tipo de ribeiras de tipo de ação de intervenção (limpeza e/ou reperfilamento) no subsistema de rega do Alqueva .....	120
<b>Figura 3.22</b> - Variação das variáveis de intervenção por tipo de ribeiras de tipo de ação de intervenção (limpeza e/ou reperfilamento) no subsistema de rega do Pedrogão .....	120
<b>Figura 3.23</b> - Variação das variáveis de intervenção por tipo de ribeiras de tipo de ação de intervenção (limpeza e/ou reperfilamento) no subsistema de rega do Ardila.....	121
<b>Figura 3.24</b> - Comparação da análise de componentes principais em ribeiras do tipo grande e pequeno, nos Subsistema de Rega de Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	122
<b>Figura 3.25</b> - Variação da cobertura de vegetação nas margens em ribeiras grandes antes e após a limpeza de ribeiras nos Perímetros de Rega dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	124
<b>Figura 3.26</b> - Variação da cobertura de vegetação nas margens em ribeiras pequenas, antes e após o reperfilamento, nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	125
<b>Figura 3.27</b> - Aspeto geral da cobertura da vegetação nas margens de troços de ribeiras pequenas (com limpeza e reperfilamento) e ribeiras grandes (com limpeza) localizados nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	126
<b>Figura 3.28</b> - Evolução da cobertura de vegetação das margens ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas nos três perímetros dos subsistemas em estudo, após a intervenção de limpeza .....	127
<b>Figura 3.29</b> - Evolução da cobertura de vegetação das margens de ribeiras pequenas, ao longo das estações de crescimento e após a intervenção de reperfilamento nos perímetros dos três subsistemas .....	128
<b>Figura 3.30</b> - Variação da cobertura de vegetação nos taludes em ribeiras grandes antes e após a limpeza, nos Perímetros dos três Subsistemas de Rega de Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	129
<b>Figura 3.31</b> - Variação da cobertura de vegetação dos taludes em ribeiras pequenas antes e após o reperfilamento de ribeiras nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	130
<b>Figura 3.32</b> - Aspeto geral da cobertura de vegetação dos taludes de troços de ribeiras pequenas (com limpeza e reperfilamento) e ribeiras grandes (com limpeza) localizados nos perímetros dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	130
<b>Figura 3.33</b> - Variação da cobertura de vegetação no rasto em ribeiras pequenas antes e após o reperfilamento, nos Perímetros dos Subsistemas de Rega de Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	132
<b>Figura 3.34</b> - Aspeto geral da cobertura de vegetação no rasto em troços de ribeiras pequenas (com limpeza e reperfilamento) e ribeiras grandes (com reperfilamento) localizados nos perímetros dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila. ....	133
<b>Figura 3.35</b> - Evolução da cobertura de vegetação do rasto ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas reperfiladas dos perímetros dos três subsistemas.....	134
<b>Figura 3.36</b> - Vegetação herbácea e arbustiva presente nas margens de troços de ribeira com 3 estações de crescimento .....	137

<b>Figura 3.37</b> - Variação da quantidade de canas antes e após a intervenção de limpeza em ribeiras grandes localizadas nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	141
<b>Figura 3.38</b> - Variação da quantidade de canas antes e após a intervenção de limpeza em ribeiras pequenas localizadas nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	142
<b>Figura 3.39</b> - Variação da quantidade de canas antes e após a intervenção de reperfilamento em ribeiras pequenas localizadas nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	142
<b>Figura 3.40</b> - Aspeto geral da quantidade de canas em troços de ribeiras pequenas (com limpeza e reperfilamento) e ribeiras grandes (com limpeza) localizados nos subsistemas em estudo.....	143
<b>Figura 3.41</b> - Evolução da quantidade de canas antes da intervenção de limpeza e ao longo das estações de crescimento nas ribeiras grandes nos Perímetros dos Subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	144
<b>Figura 3.42</b> - Evolução da quantidade de canas ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas com limpeza, nos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	145
<b>Figura 3.43</b> - Evolução da quantidade de canas ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas reperfiladas, nos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	146
<b>Figura 3.44</b> - Variação da quantidade de silvas antes e após a intervenção de limpeza em ribeiras grandes localizadas nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	147
<b>Figura 3.45</b> - Variação da quantidade de silvas antes e após a intervenção de limpeza em ribeiras pequenas localizadas nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	147
<b>Figura 3.46</b> - Variação da quantidade de silvas antes e após a intervenção de reperfilamento em pequenas localizadas nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	148
<b>Figura 3.47</b> - Aspeto geral da quantidade de silvas em troços de ribeiras pequenas (com limpeza e reperfilamento) e ribeiras grandes (com limpeza) localizadas nos Perímetros dos Subsistemas em estudo.....	148
<b>Figura 3.48</b> - Evolução da quantidade de silvas ao longo das estações de crescimento nas ribeiras grandes com limpeza, nos Perímetros dos Subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	149
<b>Figura 3.49</b> - Evolução da quantidade de silvas ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas nos Perímetros dos Subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila, após a limpeza. ....	150
<b>Figura 3.50</b> - Evolução da quantidade de silvas ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas reperfiladas, nos Subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	151
<b>Figura 3.51</b> - Evolução da complexidade ripária em troços de ribeiras pequenas após a intervenção de limpeza nos Perímetros dos Subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	155
<b>Figura 3.52</b> - Evolução da complexidade ripária em troços de ribeiras pequenas reperfiladas dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	156
<b>Figura 3.53</b> - Aspeto geral da complexidade ripária em troços de ribeiras pequenas (com limpeza e reperfilamento) e ribeiras grandes (com limpeza) localizados nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	156
<b>Figura 3.54</b> - Evolução da complexidade ripária ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas, após a intervenção de limpeza, nos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	158



<b>Figura 3.55</b> - Evolução da complexidade ripária ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas, após a intervenção de reperfilamento, nos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	159
<b>Figura 3.56</b> - Variação da erosão, ravinamento e assoreamento antes e após a limpeza de ribeiras grandes e pequenas e após o reperfilamento de ribeiras pequenas.....	161
<b>Figura 3.57</b> - Exemplos de troços ribeiras com erosão (E), ravinamento (R) e assoreamento (A) nos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	162
<b>Figura 3.58</b> - Variação da Ocupação Cultural antes e após a limpeza de ribeiras grandes e pequenas, e o reperfilamento de ribeiras pequenas.....	163
<b>Figura 3.59</b> - Exemplos de tipos de ocupação cultural em parcelas contíguas a troços de ribeiras nos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	164
<b>Figura 3.60</b> - Variação da forma do canal antes e após a limpeza de ribeiras grandes e pequenas, e o reperfilamento de ribeiras pequenas.....	165
<b>Figura 3.61</b> - Exemplo de formas no canal em troços ribeiras nos subsistemas de Rega do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	165
<b>Figura 4.1</b> - Troços de ribeiras após o reperfilamento.....	168
<b>Figura 4.2</b> - Comparação entre a situação antes e após o reperfilamento.....	168
<b>Figura 4.3</b> - Exemplo da seleção dos 4 troços a montante e 4 troços a jusante de cada ribeira e por perímetro de rega .....	176
<b>Figura 4.4</b> - Secção de troço .....	177
<b>Figura 4.5</b> - Localização dos troços de ribeiras naturais (amarelo), não intervencionados (azul claro) e intervencionados (azul escuro) do tipo grande e pequeno, nos perímetros de rega em estudo.....	180
<b>Figura 4.6</b> - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira natural do perímetro do subsistema de Rega de Alqueva.....	184
<b>Figura 4.7</b> - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeiras não intervencionada do perímetro do subsistema de Alqueva.....	185
<b>Figura 4.8</b> - Estratos e espécies presentes na ribeira intervencionada .....	185
<b>Figura 4.9</b> - Variação da cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em ribeiras grandes: natural, não intervencionada e intervencionada, localizadas no subsistema Alqueva .....	186
<b>Figura 4.10</b> - Cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	187
<b>Figura 4.11</b> - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeiras grandes, intervencionada e não intervencionada e de ribeira natural do subsistema de Alqueva .....	187
<b>Figura 4.12</b> – Quantidade de silvas e canas em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.....	188
<b>Figura 4.13</b> - Complexidade ripária da galeria ripícola em troços de ribeiras grandes do perímetro do subsistema Alqueva.....	188
<b>Figura 4.14</b> - Complexidade ripária da galeria ripícola em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	189
<b>Figura 4.15</b> – Erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras grandes: intervencionado e não intervencionado e natural, localizados no perímetro do subsistema de Alqueva.....	189

<b>Figura 4.16</b> – Troços de ribeiras, natural e não intervencionada sem evidência de sinais de erosão, ravinamento ou assoreamento e situação de erosão em troço de ribeira intervencionada.....	190
<b>Figura 4.17</b> - Forma do canal em troços de ribeiras grandes: natural, intervencionada e não intervencionada.....	190
<b>Figura 4.18</b> - Forma do canal em secção de retângulo irregular nos troços de ribeira: natural, não intervencionada e intervencionada .....	190
<b>Figura 4.19</b> - Tipo de ocupação cultural dos troços de ribeira: natural, não intervencionada e intervencionada.....	191
<b>Figura 4.20</b> - Culturas anuais nas parcelas contíguas às ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.....	191
<b>Figura 4.21</b> - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira natural no perímetro do subsistema de Pedrogão .....	192
<b>Figura 4.22</b> - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira não intervencionada do perímetro do subsistema de Pedrogão .....	192
<b>Figura 4.23</b> - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira não intervencionada do perímetro do subsistema de Pedrogão .....	193
<b>Figura 4.24</b> - Cobertura da vegetação nas margens, taludes e rasto em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada, localizadas no perímetro do subsistema Pedrogão .....	194
<b>Figura 4.25</b> - Cobertura da vegetação em troços de ribeiras natural, não intervencionada e intervencionada.....	194
<b>Figura 4.26</b> - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeiras grandes: intervencionada e não intervencionada e de ribeiras natural do perímetro do subsistema do Pedrogão .....	195
<b>Figura 4.27</b> - Complexidade ripáriada galeria ripícola em troços de ribeiras grandes localizadas no perímetro do subsistema de Pedrogão .....	195
<b>Figura 4.28</b> - Complexidade ripária de troços de ribeiras grandes: natural, não intervencionada e intervencionada, localizados no perímetro do subsistema Pedrogão .....	196
<b>Figura 4.29</b> – Erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras grandes: natural, não intervencionada e intervencionada, no perímetro do subsistema de Pedrogão .....	196
<b>Figura 4.30</b> – Troços de ribeiras, natural e não intervencionada sem evidência de sinais de erosão, ravinamento ou assoreamento e situação de erosão em troço de ribeira intervencionada.....	197
<b>Figura 4.31</b> - Forma do canal em troços de ribeiras grandes: intervencionada, não intervencionada e natural .....	197
<b>Figura 4.32</b> - Forma do canal em secção de retângulo irregular nos troços de ribeira: natural, não intervencionada e intervencionada .....	197
<b>Figura 4.33</b> - Ocupação cultural em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.....	198
<b>Figura 4.34</b> - Culturas anuais nas parcelas contíguas às ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.....	198
<b>Figura 4.35</b> - Estratos e espécies de vegetação presentes nas ribeiras naturais localizadas na área do Subsistema de Rega do Ardila .....	199

<b>Figura 4.36</b> - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira não intervencionada do Subsistema de Rega do Ardila .....	200
<b>Figura 4.37</b> - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira intervencionada do perímetro do subsistema do Ardila .....	200
<b>Figura 4.38</b> - Cobertura da vegetação nas margens, taludes e rasto em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada localizada no perímetro do subsistema do Ardila.....	201
<b>Figura 4.39</b> - Cobertura da vegetação em troços de ribeiras: natural, intervencionada e não intervencionada.....	202
<b>Figura 4.40</b> - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeiras grandes: intervencionada e não intervencionada e em troços de ribeira natural do perímetro do subsistema do Ardila .....	202
<b>Figura 4.41</b> - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeira: natural, não intervencionada e intervencionada localizada no perímetro do subsistema Ardila.....	203
<b>Figura 4.42</b> - Complexidade ripária da galeria ripícola em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada, localizadas no perímetro do subsistema do Ardila .....	203
<b>Figura 4.43</b> - Complexidade ripária dos troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.....	204
<b>Figura 4.44</b> – Erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras grandes: natural, não intervencionada e intervencionada, no perímetro do subsistema do Ardila .....	204
<b>Figura 4.45</b> – Troços de ribeiras:intervencionada e, natural e não intervencionada sem evidência de sinais de erosão, ravinamento ou assoreamento .....	204
<b>Figura 4.46</b> - Forma do canal em troços de ribeiras grandes: intervencionada e não intervencionada e em troços de ribeira natural.....	205
<b>Figura 4.47</b> - Forma do canal em secção de retângulo irregular nos troços de ribeira: natural, não intervencionada e intervencionada .....	205
<b>Figura 4.48</b> - Ocupação cultural em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.....	206
<b>Figura 4.49</b> - Tipo de ocupação cultural praticada nas parcelas contíguas às ribeiras .....	206
<b>Figura 4.50</b> - Variação da largura da secção entre ribeiras naturais (Alq RN; Ped RN e Ard RN) e ribeiras agrícolas não intervencionadas (Alq RNI; Ped RNI e Ard RNI) e ribeiras intervencionadas (Alq. RI, Ped. RI e Ard. RI).....	209
<b>Figura 4.51</b> - Variação da largura da base entre as ribeiras naturais (Alq RN; Ped RN e Ard RN), ribeiras não intervencionadas (Alq RNI; Ped RNI e Ard RNI) e ribeiras intervencionadas (Alq. RI, Ped. RI e Ard. RI).....	210
<b>Figura 4.52</b> - Variação da altura da secção entre ribeiras naturais (Alq RN; Ped RN e Ard RN) e ribeiras não intervencionadas (Alq RNI; Ped RNI e Ard RNI) e ribeiras intervencionadas (Alq. RI, Ped. RI e Ard. RI). .....	211
<b>Figura 4.53</b> - MDS e Cluster, para as variáveis de estrutura da vegetação, em ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas), dos três perímetros dos subsistemas, com sobreposição dos troços.....	212

<b>Figura 4.54</b> - Justaposição dos estratos de vegetação no espaço MDS e Cluster, criado pelas variáveis de vegetação, em ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) nos perímetros dos três subsistemas, com sobreposição dos troços .....	212
<b>Figura 4.55</b> - Justaposição dos locais com silvas e canas no espaço MDS e Cluster criado pelas variáveis de estrutura da vegetação, em ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas, nos perímetros dos três Subsistemas, com sobreposição dos troços .....	213
<b>Figura 4.56</b> - MDS e Cluster, para as variáveis de alteração ripária, em ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas), nos perímetros dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila, em ribeiras grandes com sobreposição dos troços .....	214
<b>Figura 4.57</b> - Análise multivariada às variáveis de estrutura morfológica (MDS e CUSTER) em ribeiras grandes: naturais, não intervencionadas e intervencionadas .....	215
<b>Figura 4.58</b> - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira natural do perímetro do subsistema de Alqueva.....	220
<b>Figura 4.59</b> - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira não intervencionada do perímetro do subsistema de Alqueva.....	221
<b>Figura 4.60</b> - Estratos e espécies presentes na ribeira intervencionada do perímetro do subsistema de Alqueva.....	221
<b>Figura 4.61</b> - Cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em troços de ribeiras pequenas: intervencionada e não intervencionada e de troços de ribeira natural .....	222
<b>Figura 4.62</b> - Vegetação das margens, taludes e rasto de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.....	223
<b>Figura 4.63</b> - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeiras pequenos: intervencionada e não intervencionada e de troços de ribeira natural localizada fora da área do perímetro de Alqueva ....	223
<b>Figura 4.64</b> - Situação de invasoras nas margens, taludes e rasto de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	224
<b>Figura 4.65</b> - Complexidade ripária da galeria ripícola em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.....	224
<b>Figura 4.66</b> - Complexidade ripáriada galeria ripícola em ribeiras, natural, não intervencionada e intervencionada.....	225
<b>Figura 4.67</b> - Erosão, ravinamento e assoreamento em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.....	225
<b>Figura 4.68</b> – Erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	226
<b>Figura 4.69</b> - Forma do canal em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.....	226
<b>Figura 4.70</b> - Forma de canal nas ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada, localizadas no perímetro de rega do subsistema Alqueva .....	227
<b>Figura 4.71</b> - Ocupação cultural nas margens de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.....	227
<b>Figura 4.72</b> - Ocupação cultural das parcelas contíguas às ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.....	228
<b>Figura 4.73</b> - Vegetação presente na ribeira natural do perímetro do subsistema de Pedrogão .....	228

<b>Figura 4.74</b> - Estratos e espécies de vegetação presente na ribeira não intervencionada do perímetro do subsistema de Pedrogão .....	229
<b>Figura 4.75</b> - Vegetação presente na ribeira intervencionada do perímetro do subsistema de Pedrogão .....	229
<b>Figura 4.76</b> - Variação da cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em troços de ribeira: natural, não intervencionada e intervencionada.....	230
<b>Figura 4.77</b> - Cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	231
<b>Figura 4.78</b> - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeiras: intervencionada, não intervencionada e natural do subsistema Pedrogão .....	231
<b>Figura 4.79</b> - Ponto de situação de invasoras presentes em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	232
<b>Figura 4.80</b> - Complexidade ripária da galeria ripícola em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	232
<b>Figura 4.81</b> - Complexidade ripária presente em troços de ribeiras: natural não intervencionada e intervencionada.....	233
<b>Figura 4.82</b> – Erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada no perímetro do subsistema do Pedrogão .....	233
<b>Figura 4.83</b> - Troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada de ribeiras pequenas do subsistema de Pedrogão .....	234
<b>Figura 4.84</b> - Forma do canal em troços de ribeiras pequenos: intervencionada e não intervencionada e na ribeira natural.....	234
<b>Figura 4.85</b> - Forma do canal: troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada..	235
<b>Figura 4.86</b> - Ocupação cultural dos troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.....	235
<b>Figura 4.87</b> - Tipo de ocupação cultural nas margens de troços localizados em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada. ....	236
<b>Figura 4.88</b> - Estratos e espécies de vegetação presente na ribeira natural do subsistema do Ardila .....	237
<b>Figura 4.89</b> - Estratos e espécies de vegetação presente na ribeira não intervencionada do perímetro do subsistema do Ardila .....	237
<b>Figura 4.90</b> - Estratos e espécies de vegetação presente na ribeira intervencionada do perímetro do subsistema do Ardila .....	238
<b>Figura 4.91</b> - Variação da cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	239
<b>Figura 4.92</b> - Cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	239
<b>Figura 4.93</b> - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeiras pequenos: intervencionada e não intervencionada e de ribeira natural no perímetro do subsistema Ardila.....	240
<b>Figura 4.94</b> - Quantidade de invasoras em troços de ribeiras pequenas localizados em cursos de água naturais, não intervencionados e intervencionados.....	240

<b>Figura 4.95</b> - Complexidade ripária da galeria ripícola em troços de ribeiras, natural, não intervencionados e intervencionados .....	241
<b>Figura 4.96</b> - Complexidade ripária da galeria ripícola em troços de ribeiras, natural, não intervencionada e intervencionada .....	241
<b>Figura 4.97</b> – Erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	242
<b>Figura 4.98</b> - Troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	242
<b>Figura 4.99</b> - Forma do canal em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	243
<b>Figura 4.100</b> – Aspeto geral da forma do canal em troços de ribeiras: natural e agrícolas (não intervencionada e intervencionada) .....	243
<b>Figura 4.101</b> – Ocupação cultural dos terrenos localizados junto a troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	244
<b>Figura 4.102</b> - Agricultura praticada nas parcelas de terreno localizado junto a troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada .....	244
<b>Figura 4.103</b> - Variação da largura da base entre ribeiras: naturais (Alq RN; Ped RN e Ard RN) e ribeiras agrícolas não intervencionadas (Alq RNI; Ped RNI e Ard RNI) e ribeiras intervencionadas (Alq. RI, Ped. RI e Ard. RI).....	248
<b>Figura 4.104</b> - Variação da largura da secção entre ribeiras naturais (Alq RN; Ped RN e Ard RN) e ribeiras agrícolas não intervencionadas (Alq RNI; Ped RNI e Ard RNI) e ribeiras intervencionadas (Alq. RI, Ped. RI e Ard. RI).....	249
<b>Figura 4.105</b> - Variação da altura da secção entre ribeiras naturais (Alq RN; Ped RN e Ard RN) e ribeiras agrícolas não intervencionadas (Alq RNI; Ped RNI e Ard RNI) e ribeiras intervencionadas (Alq. RI, Ped. RI e Ard. RI).....	249
<b>Figura 4.106</b> - MDS e Cluster para as variáveis de estrutura da vegetação nos três subsistemas, com sobreposição dos troços.....	250
<b>Figura 4.107</b> - MDS e Cluster para variáveis de estratos de vegetação dominante nos três subsistemas, com sobreposição dos troços .....	251
<b>Figura 4.108</b> - MDS e Cluster para situação de invasoras, nos três subsistemas de Alqueva, Pedrógão e Ardila, com sobreposição dos troços .....	252
<b>Figura 4.109</b> - MDS e Cluster para as variáveis de alteração ripária nos três subsistemas de Alqueva, Pedrógão e Ardila, com sobreposição dos troços .....	253
<b>Figura 4.110</b> - MDS e Cluster para as variáveis de estrutura morfológica nos três subsistemas de Alqueva, Pedrógão e Ardila, com sobreposição dos troços .....	254
<b>Figura 5.1</b> – Mobilização da zona de inundação .....	263
<b>Figura 5.2</b> - Aspecto geral da cobertura de vegetação, após as intervenções em ribeiras pequenas e grandes um ano após a requalificação.....	266
<b>Figura 5.3</b> - Evolução da vegetação entre estações de crescimento .....	267
<b>Figura 5.4</b> - Cobertura da vegetação numa ribeira com mais de 3 estações de crescimento .....	267
<b>Figura 5.5</b> - Evolução da vegetação após a limpeza e ao longo das estações de crescimento.....	268
<b>Figura 5.6</b> - Troços logo após o reperfilamento .....	269

<b>Figura 5.7</b> - Situações de erosão, ravinamento e assoreamento em ribeiras pequenas.....	270
<b>Figura 5.8</b> - Aspecto da vegetação invasora presente entre a 1ª e 2ª estação de crescimento.....	270
<b>Figura 5.9</b> - Cobertura de vegetação em ribeiras grandes: naturais, não intervencionadas e intervencionadas .....	274
<b>Figura 5.10</b> - Presença de invasoras em ribeiras grandes: naturais, não intervencionadas e intervencionadas .....	274
<b>Figura 5.11</b> - Complexidade ripária em ribeiras grandes: naturais, não intervencionadas e intervencionadas .....	275
<b>Figura 5.12</b> - Variáveis de alteração ripária em ribeiras grandes: ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas .....	275
<b>Figura 5.13</b> - Variáveis de estrutura morfológica em ribeiras grandes.....	276
<b>Figura 5.14</b> - Cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto em ribeiras pequenas: naturais e intervencionadas .....	276
<b>Figura 5.15</b> - Presença de invasoras em ribeiras pequenas: naturais, não intervencionadas e intervencionadas .....	277
<b>Figura 5.16</b> - Complexidade ripária em ribeiras pequenas: naturais, não intervencionadas e intervencionadas .....	277
<b>Figura 5.17</b> - Cobertura de vegetação nas margens e taludes de ribeiras agrícolas .....	278
<b>Figura 5.18</b> - Variáveis de alteração ripária em ribeiras pequenas: ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas .....	278
<b>Figura 5.19</b> - Variáveis de estrutura morfológica em ribeiras pequenas.....	279





## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.1</b> - Principais perturbações, efeitos negativos da agricultura nos sistemas fluviais e medidas .....	18
<b>Tabela 2.1</b> – Descrição das tipologias gerais de intervenções de acordo com o tipo de classificação de ribeiras (adaptado de INAG, DORDH e DAU. 2008) .....	48
<b>Tabela 2.2</b> – Situações de limpeza manual e mecânica .....	51
<b>Tabela 2.3</b> - Características hidrogeomorfológicas e ecológicas das ribeiras do Perímetro de Alqueva, antes das intervenções de limpeza e reperfilamento (Prosistemas, 2010) .....	56
<b>Tabela 2.4</b> - Características hidrogeomorfológicas e ecológicas das ribeiras do Perímetro de Pedrogão, antes das intervenções de limpeza e reperfilamento (Aqualogus, 2010) .....	58
<b>Tabela 2.5</b> - Características hidrogeomorfológicas e ecológicas das ribeiras do Perímetro do Ardila, antes das intervenções de limpeza e reperfilamento (Nemus, 2008) .....	60
<b>Tabela 2.6</b> - Variáveis de alteração do canal fluvial .....	65
<b>Tabela 2.7</b> - Variáveis de estrutura da vegetação.....	65
<b>Tabela 2.8</b> - Categorização das variáveis ambientais discretas .....	68
<b>Tabela 2.9</b> – Correlação entre variáveis do perímetro de rega do subsistema do Alqueva .....	70
<b>Tabela 2.10</b> – Correlação entre variáveis do perímetro de rega do subsistema do Pedrogão.....	71
<b>Tabela 2.11</b> – Correlação entre variáveis do perímetro de rega do subsistema do Ardila.....	72
<b>Tabela 2.12</b> - Valores de stress, p e R .....	76
<b>Tabela 2.13</b> - Medianas, mínimos,máximos.....	83
<b>Tabela 3.1</b> - Tempo decorrido entre a intervenção e a medição das variáveis de vegetação e de intervenção, e número de estações de crescimento em cada um dos Subsistemas de Rega .....	104
<b>Tabela 3.2</b> - Categorização das variáveis de estrutura da vegetação, de alteração ripária e de alteração do canal fluvial.....	108
<b>Tabela 3.3</b> - Número de troços e extensão de ribeiras pequenas e grandes medidas após 1, 2 e 3 estações de crescimento .....	110
<b>Tabela 3.4</b> - Resultados para os valores de PC1 e PC2.....	121
<b>Tabela 3.5</b> - Valores dos eixos PC1 e PC2 obtidos no âmbito das variáveis de alteração do canal fluvial .....	122
<b>Tabela 3.6</b> – Tipo de ribeiras por Subsistema .....	123
<b>Tabela 3.7</b> - Resultado do teste estatístico emparelhado para a variável cobertura de vegetação nas margens, em ribeiras grandes e pequenas nos perímetros dos três subsistemas .....	124
<b>Tabela 3.8</b> - Resultados do teste estatístico independente, para a variável cobertura de vegetação nas margens, em ribeiras grandes e pequenas nos perímetros dos três subsistemas.....	126
<b>Tabela 3.9</b> - Resultados do Teste Estatístico Emparelhado, para a variável cobertura de vegetação dos taludes, em ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos três subsistemas .....	129
<b>Tabela 3.10</b> - Resultados do Teste Estatístico Independente, para a variável cobertura de vegetação dos taludes, em ribeiras grandes e pequenas.....	131

<b>Tabela 3.11</b> - Resultados dos Testes Estatísticos Emparelhados, para a variável cobertura de vegetação do Rasto, em ribeiras grandes e pequenas.....	131
<b>Tabela 3.12</b> - Resultados do Teste Estatístico Independente, para a Variável Cobertura de Vegetação do Rasto, em ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos três subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	133
<b>Tabela 3.13</b> - Resultados dos Testes Emparelhados, para a cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto após a realização das intervenções .....	137
<b>Tabela 3.14</b> - Resultado dos Testes Independentes para a cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto após a realização das intervenções .....	139
<b>Tabela 3.15</b> - Resultados do Teste Estatístico Emparelhado, para a variável quantidade de canas, em ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	140
<b>Tabela 3.16</b> - Resultados do Teste Estatístico Independente, para a quantidade de canas, em ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	143
<b>Tabela 3.17</b> - Resultados do Teste Estatístico Emparelhado, para a variável quantidade de silvas, em ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	146
<b>Tabela 3.18</b> - Resultados do Teste Estatístico Independente, para quantidade de silvas, em ribeiras grandes e pequenas dos Perímetros dos Subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	149
<b>Tabela 3.19</b> - Resultados relativos ao Teste Emparelhado, para os efeitos das intervenções na quantidade de canas e silvas em ribeiras do tipo grande e pequeno.....	152
<b>Tabela 3.20</b> - Resultados relativos ao Teste Independente, para os efeitos das intervenções na quantidade de canas e silvas em ribeiras do tipo grande e pequeno.....	154
<b>Tabela 3.21</b> - Resultado do Teste Estatístico Emparelhado para a variável complexidade ripária, em ribeiras grandes e pequenas dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	154
<b>Tabela 3.22</b> - Resultados do Teste Estatístico Independente, para a complexidade ripária, em ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila.....	157
<b>Tabela 3.23</b> – Resultado do Teste Estatístico Emparelhado e Independente para a complexidade ripária da galeria ripícola.....	159
<b>Tabela 4.1</b> - Tipo de variáveis e a respetiva categorização.....	178
<b>Tabela 4.2</b> – Identificação de cada unidade amostragem (troço) .....	181
<b>Tabela 4.3</b> - Exemplo de valores obtidos no âmbito da análise multivariada em cada um dos subsistemas .....	183
<b>Tabela 4.4</b> - Resultados para R e p em ribeiras naturais e agrícolas, para variáveis de estrutura da vegetação .....	213
<b>Tabela 4.5</b> - Resultados para R e p em ribeiras naturais e agrícolas, para variáveis de alteração ripária .....	214
<b>Tabela 4.6</b> - Resultados para R e p em ribeiras naturais e agrícolas, para variáveis de estrutura morfológica .....	215
<b>Tabela 4.7</b> - Cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em ribeiras naturais e agrícolas nos perímetros de rega do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	217
<b>Tabela 4.8</b> - Análise às variáveis de vegetação (complexidade ripária) em ribeiras não naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) nos três perímetros em estudo .....	218

<b>Tabela 4.9</b> - Análise às variáveis de alteração ripária em ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) nos três perímetros em estudo .....	219
<b>Tabela 4.10</b> - Resultado para o R e p entre níveis de ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) .....	251
<b>Tabela 4.11</b> – Valor para R e p nas variáveis de alteração ripária .....	253
<b>Tabela 4.12</b> - Resultado do R e p para variáveis de estrutura morfológica .....	254
<b>Tabela 4.13</b> - Cobertura da vegetação nas margens, taludes e rasto em ribeiras naturais e agrícolas nos perímetros do Alqueva, Pedrogão e Ardila .....	256
<b>Tabela 4.14</b> - Análise às variáveis de vegetação em ribeiras não agrícolas (naturais) e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) nos três perímetros em estudo .....	258
<b>Tabela 4.15</b> - Análise às variáveis de alteração ripária em ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) nos três perímetros em estudo .....	260



## **LISTA DE ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS**

ANOSIM – Análise de Similaridade

ANOVA – Análise de Variância

CE – Comissão Europeia

DAU – Departamento das Administrações das Utilizações

DORDH – Departamento de Ordenamento e Regulação do Domínio Hídrico

DQA – Diretiva Quadro de Água

EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva, S.A.

EEA – Agência Europeia do Ambiente

EFMA – Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva, S. A.

EM - Estados Membro

ERHSA - Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo

ETA – Estação de Tratamento de Águas

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

EU - Estados-Membros da União Europeia

FAO - Soil map of the world – revised legend with corrections

IBI – Índice de Integridade Biótica

IHERA – Estudo de Caracterização dos solos e esboço de aptidão de terras para o regadio

INAG – Instituto Nacional da Água

NRC – National Research Council

PCA – Análise de Componentes Principais

PGRH- Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica

RHS – River Habitat Survey

SGP- Serviços Geológicos de Portugal

SNIRH - Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos

SROA – Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário

SSSI – Sítio de interesse científico especial

TEEB – Economia dos Ecossistemas e Biodiversidade

UICN – União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais

WFD – Water Framework Directive

ZCI – Zona Centro Ibérica

ZOM – Zona da Ossa Morena

ZSP – Zona Sul Portuguesa



## CAPÍTULO I

### 1 INTRODUÇÃO

#### 1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As ribeiras são sistemas fluviais únicos e complexos, que contêm uma grande diversidade de recursos e habitats (Townsend, 1996), são dinâmicos e apresentam grande variabilidade anual, bem como múltiplos estados de equilíbrio (Williams *et al.*, 1997).

Os sistemas fluviais formam unidades indissociáveis e interdependentes com as respectivas bacias hidrográficas (Hynes, 1975; Cummins, 1992; Petts, 1994). Importa salientar que os processos ecológicos e alterações (de origem natural ou antrópica) que decorrem nas bacias hidrográficas, refletem-se nos ecossistemas fluviais, de tal forma que é possível avaliar o estado ecológico da bacia hidrográfica e dos corredores fluviais (e respetivos desajustamentos provocados por práticas incorretas do seu uso), através da avaliação da qualidade biológica da água (Hellawell, 1996), da integridade biótica das comunidades aquáticas (Karr, 1991) ou da saúde do ecossistema ('*ecosystem health*': Karr & Dudley, 1981; Calow, 1992; Norris & Thoms, 1999). As interações entre os dois ecossistemas são tão fortes que a gestão de ecossistemas fluviais é de facto uma gestão integrada de bacias hidrográficas (Werritty, 1996).

Numa escala territorial mais ampla, importa salientar que a bacia hidrográfica de uma ribeira, é muito mais do que uma mera estrutura linear na rede de drenagem, sustenta um complexo sistema de interações no espaço e no tempo, interações estas que dão origem a um grande número de processos fortemente dinâmicos e interligados entre si. Atendendo a este pressuposto, uma ribeira deve ser considerada um sistema no qual nem sempre é fácil separar as causas dos efeitos, e onde os componentes bióticos e abióticos interagem de forma contínua e dinâmica. Trata-se de um sistema definido numa vasta rede territorial, sendo necessário considerar todo o seu espaço e dinâmicas. Adicionalmente a estes aspetos, também se deve considerar o seu papel, como um elemento estruturador da paisagem e, conseqüentemente, um fator chave na composição, organização e estrutura de todo o território. Esse papel é extremamente importante em regiões como a Mediterrânica, onde a água é escassa e de distribuição espacial e temporal irregular.

As ribeiras temporárias de regime torrencial (cursos de água de pequenas dimensões, de escoamento tipicamente mediterrânico) e sujeitas a acentuada secura estival, como é o caso das ribeiras agrícolas mediterrânicas da região Alentejo (sistema fluvial mediterrânico da região semiárida), são dominadas por espécies perenifólias como o loendro (*Nerium oleander* L.), ou esclerofilas como o tamujo (*Flueggea tinctoria* (L.)) e a tamargueira (*Tamarix africana*), ou ainda por salgueirais arbustivos, comunidades pioneiras adaptadas a flutuações do nível de água que ocorrem sobretudo em solos aluvionares, geralmente siliciosos (Moreira & Duarte 2002). Importa ainda referir, que o regime de escoamento proporciona uma estrutura para os componentes e processos aquáticos e ripícolas, assim como permite a modelação das suas condições ambientais e o desenvolvimento de uma variedade de *habitats*, permitindo também uma interação dinâmica entre esses mesmos *habitats* (Poff *et al.*, 1997; Strange *et al.*, 1999; Richter & Richter, 2000; Arthington, 2002; Naiman *et al.*, 2002; Nilsson & Svedmark, 2002). Este regime determina o formato, tamanho e complexidade do canal, a distribuição de rápidos e charcos, a estrutura dos habitats aquáticos, a quantidade e características das fontes de alimento, e a natureza das interações entre canais, margens, planícies de aluvião e zonas freáticas. Nesta ótica, torna-se relevante acrescentar a referência de autores (Gregory, 1991; Hughes, 1997), na questão da alteração da morfologia dos cursos de água, que criam e estruturam a distribuição da vegetação, a topografia e as estruturas geomórficas.

A nível hidrológico, salienta-se ainda que nas ribeiras localizadas a sul da região mediterrânica, caracterizadas por apresentarem regimes de escoamento de carácter temporário e por eventos sazonais, com episódios de inundações e secas, qualquer tipo de alteração hidrológica destes padrões pode afetar profundamente o biota aquático (Gasith & Resh, 1999).

A variabilidade hidrológica resultante da sazonalidade atmosférica tem um importante papel na repartição espacial das comunidades aquáticas ao gerar uma heterogeneidade espacial e temporal em cada sistema, e influencia outros fatores que caracterizam os sistemas lóticos, nomeadamente, a morfologia associada ao canal, o tipo e a estabilidade do substrato, a disponibilidade de nutrientes e de habitats (Statzner *et al.*, 1988; Norris & Thoms, 1999).

Em sistema de água correntes, ou seja, com regime hidrológico permanente, é ainda referido por outros autores (Winterbourn & Townsend, 1991), que a geologia e a geomorfologia da bacia hidrográfica, latitude, altitude e a natureza da vegetação ripária são determinantes para as características básicas dos ecossistemas ribeirinhos.



Nos sistemas fluviais mediterrânicos, como é o caso do Sul da Península Ibérica, o meio ribeirinho associado a galerias ripárias - zonas ripárias, apresenta especificidades próprias distintas da vegetação xerófita característica dos ecossistemas envolventes (González-Bernáldez *et al.*, 1989).

Nestes sistemas fluviais, as funções de retenção de sedimentos provenientes da erosão hídrica e a estabilização das margens, pela vegetação, são muito importantes (Salinas *et al.*, 2000). Autores como Lyon & Gross (2005) referem que estas zonas são sensíveis a alterações do ambiente, e caracterizam-se por elevados níveis de variabilidade e heterogeneidade de comunidades e espécies vegetais.

As zonas ripárias estendem-se desde a margem do meio aquático até à orla dos sistemas que já não são influenciados pelo curso de água (Malard *et al.*, 2006; Naiman *et al.*, 2005; Stanford *et al.*, 2005; Gregory, 1991). A dimensão da zona ripária varia desde faixas muito estreitas nas cabeceiras, onde as poucas características geomórficas que possuem estão quase totalmente integradas na floresta ripícola, até sistemas complexos ao longo de curso de água de grande dimensão, caracterizados por planícies de aluvião fisicamente diversificadas (Naiman & Décamps, 1997; Gregory, 1991).

O meio aquático e ribeirinho associado ao sistema fluvial suporta os mais diversos e complexos ecossistemas existentes (Jungwirth *et al.*, 2002; Naiman *et al.*, 1993). Esta diversidade está inserida num contexto de variação (1) hierárquico, entre as cabeceiras e a foz, (2) regional associado às características climáticas e geológicas, e (3) temporal, em função das variações ao longo do tempo. Assim, cada tipo de sistema fluvial é único, de tal forma reage de forma própria às pressões e apresenta formas mais adequadas de conservação e reabilitação que lhe são próprias. Segundo Naiman & Décamps (1997) a diversidade ecológica presente nos sistemas fluviais em geral, deve-se também à profunda influência do vale de cheia no corredor fluvial, à variabilidade geomorfológica e regimes hidrológicos, bem como aos gradientes de altitude e humidade.

## 1.2 OS SISTEMAS FLUVIAIS: CONCEITOS, DINÂMICA E DIMENSÕES

Os sistemas fluviais mediterrânicos, no que à zona ripária concerne, são diversos em habitats e comunidades (Malanson, 1993), sendo geralmente considerados entre os ecossistemas mais produtivos, de maior riqueza e maior diversidade (Naiman *et al.*, 1993). Diversos autores (Ward & Stanford 1995; Tabacchi *et al.*, 1996) referem ainda que, nos sistemas fluviais mediterrânicos, é ainda frequente a observação de uma grande variabilidade longitudinal (cabeceiras-foz) e transversal (meio aquático-meio terrestre) em relação ao número de espécies, composição e densidade da vegetação ripícola.

Para Naiman & Decamps (1997) as zonas ripárias pertencem aos corredores fluviais que ladeiam os cursos de água e compreendem o local de menor profundidade de água e a zona de limite de cheia, até à superfície terrestre que vai desse limite de cheia até à zona onde a vegetação ainda pode ser influenciada por enchentes maiores ou depende da capacidade do solo para reter a água. Os corredores fluviais, por sua vez, apresentam ecótonos de características espaço-temporais únicas, ou seja, fronteiras longitudinais (montante-jusante) e transversais (sistemas terrestres e aquáticos) e verticais (meio superficial- meio hiporreico) separando unidades espaciais que formam uma rede intrincada e mutável, podendo ser exprimida a dado nível hierárquico como um contínuo (Pinay *et al.*, 1990).

Estes corredores fluviais apresentam ainda um evidente e multifacetado papel no pleno funcionamento ecológico e físico-químico dos ecossistemas fluviais e terrestres, ou seja, no fornecimento de serviços do ecossistema, serviços estes que se referem a uma dimensão normalmente menosprezada das atividades agrícolas e florestais. Com efeito, estas atividades, para além dos produtos transacionáveis, produzem ou contribuem para a produção de serviços não transacionáveis que importa reconhecer, avaliar e, progressivamente, remunerar. O estudo *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, demonstra que a proteção das áreas naturais pode trazer retornos muitas vezes superiores aos custos da sua proteção (TEEB, 2008, 2009, 2010). As zonas ripárias proporcionam assim múltiplos serviços de ecossistema, pois funcionam como mediadoras e integradoras da interface terrestre-aquática, considerando-se ainda, importantes locais de armazenamento de água, recarga de aquíferos subterrâneos e de conversão de nutrientes e matéria orgânica (Dwire & Lowrence, 2006; Hughes, 1997). Deste modo, as áreas ripícolas são ecossistemas chave nas bacias hidrográficas.

Os ecótonos fluviais (zonas de interface) permitem uma ligação muito estreita entre os ecossistemas terrestres e aquáticos, através de processos físicos e fluxos de energia e de nutrientes (Gregory *et*

*al.*,1991), de características espaço temporais únicas, e que funcionam como poderosos indicadores de qualidade da bacia hidrográfica (Richard *et al.*, 1993) e manutenção da biodiversidade (Lazdinis & Angelstam, 2005). Tem sido dada especial atenção, nas últimas três décadas, aos processos ecológicos e biogeoquímicos que têm ocorrido nos ecótonos fluviais, cujo dinamismo resulta das inter-relações estabelecidas entre os sistemas ecológicos terrestre e aquático (Holland, 1988). De salientar a complexidade do sistema fluvial e a complexa teia de relações bióticas e abióticas que lhe estão associadas, condição que tem conduzido ao desenvolvimento e aprofundamento de temáticas ligadas à ecologia aquática, sobretudo no âmbito de processos ecológicos e biogeoquímicos das zonas de interface.

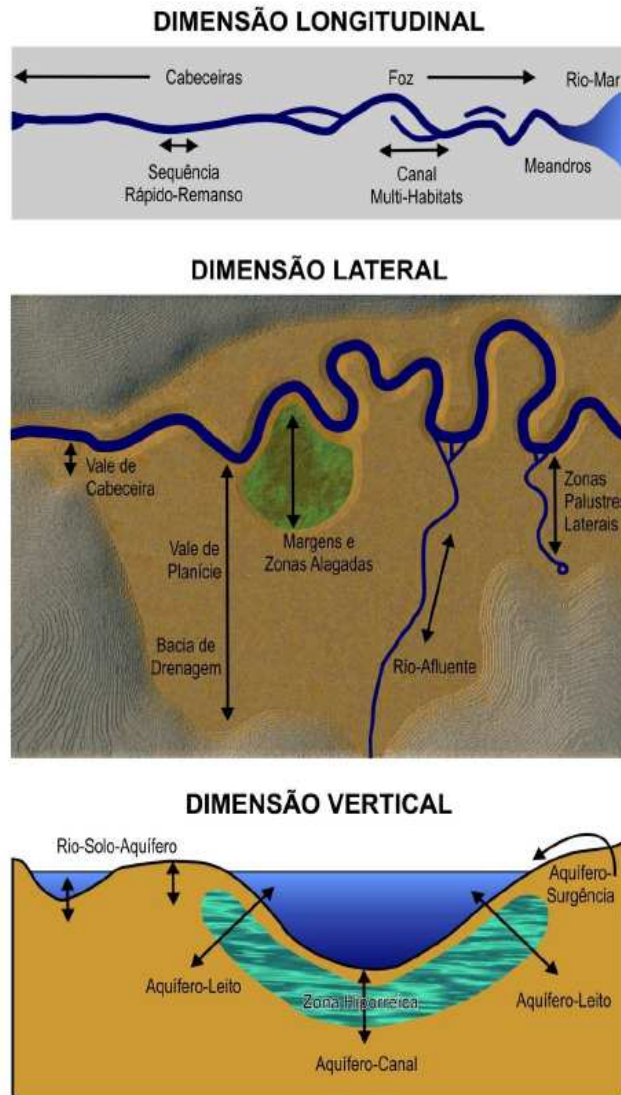
As zonas ripárias, por outro lado, não só desempenham um papel revelante a nível económico mas também a nível ecológico, nomeadamente no controlo de cheias e na qualidade da água, e podem ser influenciadas por diversas práticas, tais como: regulação hidrológica, drenagem e cheias, estabelecimento de zonas tampão, existência de materiais em decomposição próximo da linha de água (madeira, folhagem, etc.), fogos florestais, uso de fertilizantes agrícolas e deposição de lixos. Estas zonas permitem o controlo do *input* de nutrientes difusos no meio hídrico uma vez que atuam como filtros naturais de nutrientes. É ainda referido por Lyon & Gross (2005) o papel destas zonas como depositário de sedimentos, reguladores climáticos e refúgio de vida selvagem, sendo que os efeitos da sua alteração podem-se refletir na estrutura e funcionamento dos ecossistemas de águas correntes (Tabacchi *et al.*, 2000; Winterbourn & Townsend, 1991). Neste sentido e nas áreas onde a prática agrícola é mais acentuada (ex: agricultura intensiva) e existe afetação da vegetação, esta condição pode tornar-se particularmente crítica.

As zonas ripárias possibilitam, deste modo, uma ligação entre os ecossistemas terrestres e aquáticos, mediante processos físicos e fluxos de energia e de nutrientes (Gregory *et al.*, 1991) e a manutenção da biodiversidade (Lazdinis & Angelstam, 2005) e a sua variabilidade em flora e fauna, proporciona importantes *inputs* de matéria orgânica, energia e nutrientes nos ecossistemas aquáticos (Bunn *et al.*, 1999), que podem ser controlados pela vegetação, que por sua vez, funciona como filtro biológico, através da retenção de nutrientes, contaminantes e sedimentos (Lovell & Sullivan, 2006; Mander *et al.*, 1995, Lowrance *et al.*, 1984). Esta função permite, no âmbito das ribeiras localizadas em áreas agrícolas, exercer um importante papel no que concerne ao controlo do *input* de nutrientes provenientes das culturas intensivas e irrigadas (Aguiar *et al.*, 1999). Importa ainda salientar, para além desta função, a importância da vegetação ribeirinha para a melhoria do estado geral do ecossistema, face ao ensombramento que proporciona e que permite regular a temperatura da água (Bunn *et al.*, 1999).

A vegetação ripícola e as galerias ribeirinhas, elementos estruturantes dos ecossistemas lóticos mediterrânicos, encontram-se enquadrados na noção de zona ripária e de ecótono fluvial (Naiman e Décamps 1997; Gregory *et al.*, 1991). A vegetação ripícola é extremamente importante para a manutenção dos processos ribeirinhos naturais (Rios & Bailey, 2006). De facto, a grande variedade faunística e vegetal dos ecossistemas ripários proporciona importantes entradas de matéria orgânica, energia e nutrientes nos ecossistemas aquáticos (Bunn *et al.*, 1999), podendo essas áreas funcionar como tampão de áreas adjacentes, retendo sedimento, nutrientes e outros contaminantes (Lowrance *et al.*, 1984; Mander *et al.*, 1995; Lovell & Sullivan, 2006). Por outro lado, a vegetação ribeirinha proporciona o ensombramento adequado à manutenção da temperatura da água e contribui para um melhor estado geral do ecossistema ribeirinho (Bunn *et al.*, 1999). Em termos geomorfológicos, a influência da vegetação a nível do funcionamento ecológico também é muito importante, uma vez que afeta a resistência ao caudal; permite a consolidação das margens, acumulação de sedimento e a estabilidade do leito, além de garantir a manutenção da morfologia natural da ribeira. Para além disso, da vegetação depende, também, o funcionamento de todo o sistema aquático (Webb & Erskine, 2003; Vogt *et al.*, 2004) e a conservação da biodiversidade em termos de flora e fauna (Lazdinis & Angelstam, 2005).

Efetivamente, as interações entre os ecossistemas terrestres e aquáticos envolvem fatores biológicos, químicos e hidrológicos, estendendo-se ao nível das bacias hidrográficas e das regiões biogeográficas (Vogt *et al.*, 2004). É referido por vários autores, o importante papel filtrador da zona tampão criada por estas zonas ripárias em cursos de água altamente enriquecidos (Lovell & Sullivan, 2006; Lyon & Gross, 2005). Outros autores referem ainda (Kondolf *et al.* 1996), que as zonas ripárias em regiões semiáridas têm uma importância ecológica desproporcionada em relação à reduzida área que ocupam. De facto, numerosas funções físicas, biológicas e ecológicas são atribuídas às zonas ripárias e consequentemente às galerias ribeirinhas, entre as quais se salienta o importante recurso que disponibilizam - abrigo, locais de nidificação, alimento e água, para as comunidades faunísticas, para além da sua função como corredor migratório preferencial.

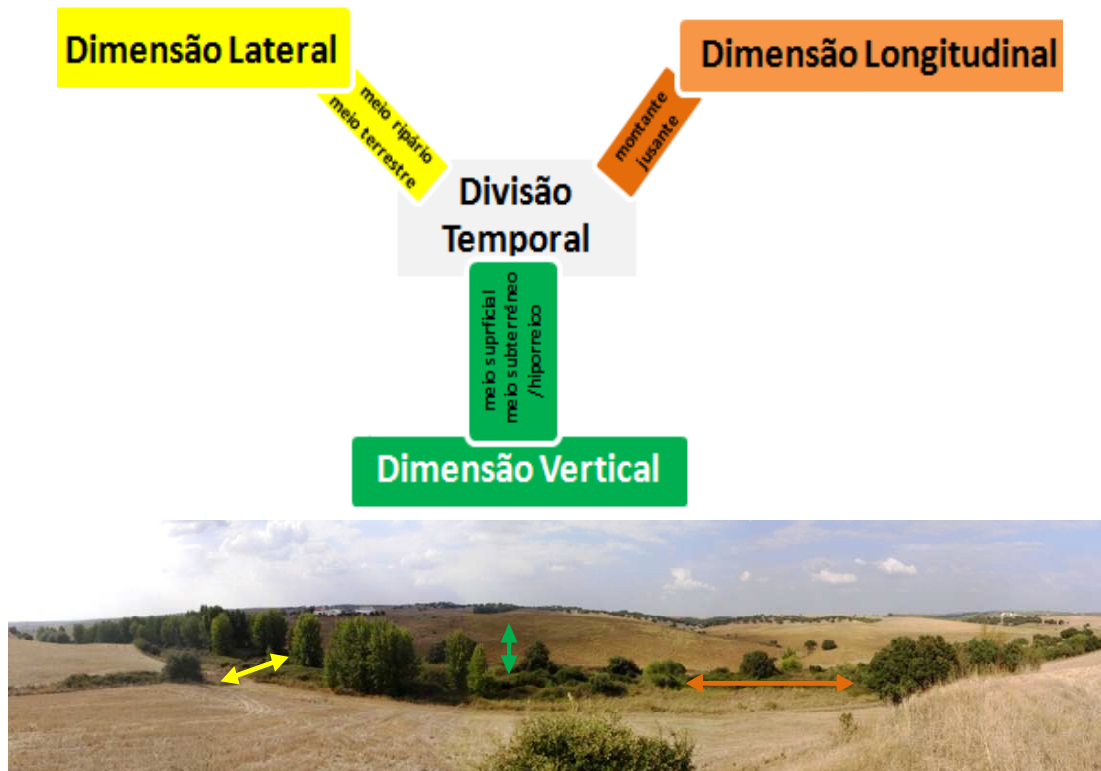
No contexto de dimensão fluvial, importa referir a heterogeneidade e o dinamismo espaço temporal associado aos corredores fluviais que, segundo Petts & Amoros (1996), apresenta três dimensões: longitudinal (montante - jusante), vertical (meio superficial - meio hiporreico), e lateral (meio aquático/ripário - meio terrestre). A figura 1.1 exemplifica estas três dimensões.



**Figura 1.1-**Dimensão fluvial segundo Petts & Amoros (1996)

Esta visão consensual é seguida por alguns autores (Novotny *et al.*, 2005 e Gregory *et al.*, 1991) para a percepção do ecossistema, que defendem também que todos os ecossistemas lóticos possuem três relações espaciais: lateral (canal - zona ripária - área inundável); longitudinal (linha de água de menor ordem – linha de água de maior ordem, montante para jusante) e vertical (interações atmosfera – superfície – água de fundo) e, cuja importância relativa varia espacial e temporalmente.

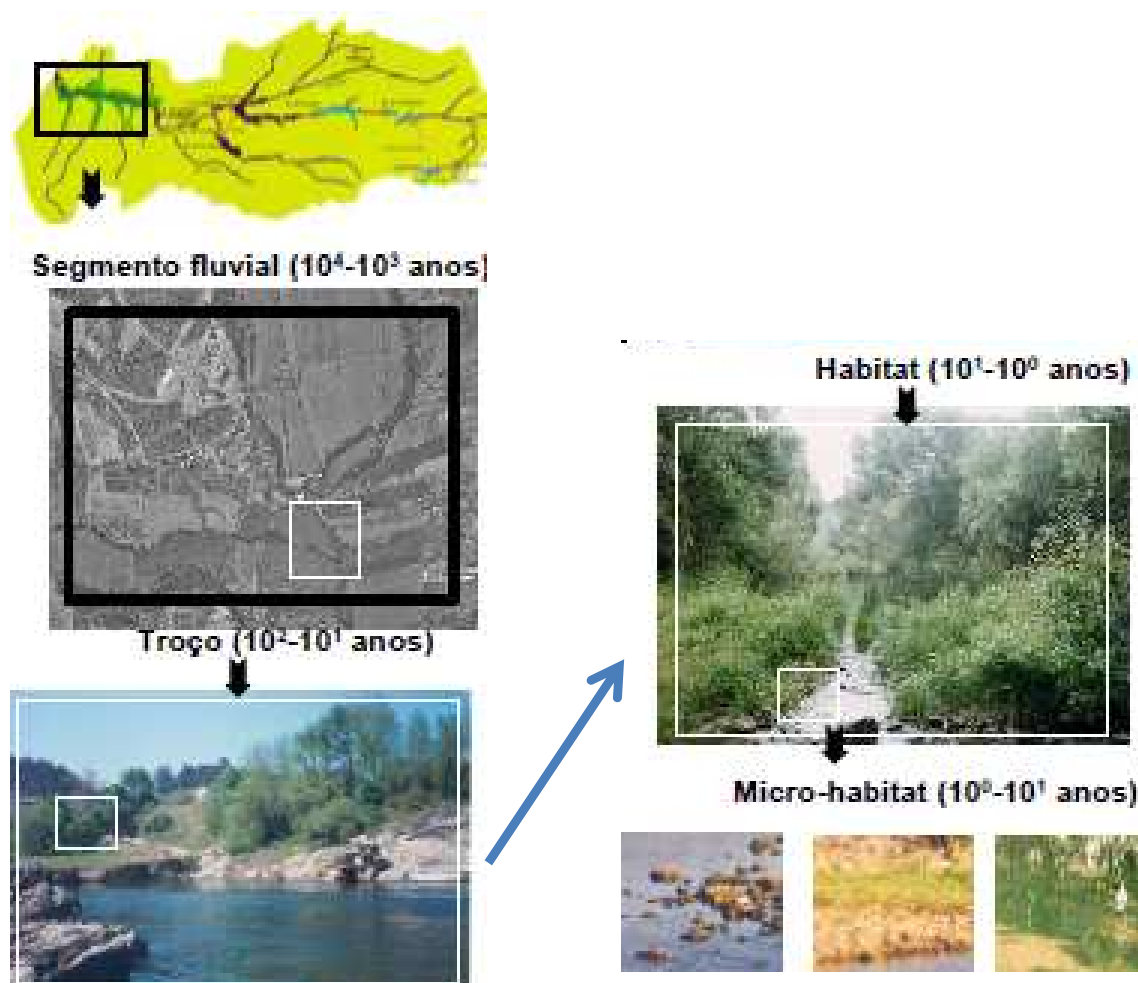
Na figura 1.2 apresenta-se o modelo conceptual a 4 dimensões do ecossistema lótico (adaptado a partir de Petts & Amoros 1996; Gregory *et al.*, 1991 & Ward 1989).



**Figura 1.2-** Modelo conceitual a 4 dimensões do ecossistema lótico

Poole (2002) abordou as várias perspectivas do sistema fluvial e as suas ligações inter-espaciais (conceito de *river continuum*, conceito de descontinuidade serial, conceito de corredor hiporreico e, conceito de pulso de cheia), tendo considerado a perspectiva do mosaico dinâmico de habitats “*Habitat Patch Dynamic*” descrito em Wu & Loucks (1995) como geradora de um enquadramento conceptual robusto e flexível em ecologia fluvial. Os ecossistemas lóticos são considerados como um *discontinuum* único de componentes hierárquicos imbricados e interativos. Esta abordagem permite integrar os vários conceitos existentes em ecologia lótica e pode ser visualizada como a hierarquia de elementos organizados num mosaico estrutural, conectada por processos físicos e biológicos trans-espaciais, suportando a ideia de singularidade no descontínuo habitacional lótico.

Associada à organização hierárquica do sistema, a escala espaço-temporal de análise é determinante na investigação em ecologia lótica. O sistema fluvial, é deste modo perspectivado como uma sobreposição de níveis espaciais de organização dinâmicos e de crescente dimensão: o micro-habitat, o troço, o segmento e a bacia de drenagem, cujas características foram apresentadas por Frissel *et al.*, (1986), tal como é ilustrado na figura 1.3.



**Figura 1.3** - Organização hierárquica dos ecossistemas fluviais (adaptado de Frissel *et al.*, 1986)

Assim, a abordagem de que as ribeiras são sistemas tridimensionais é defendida por Petts & Amoros (1996), sendo caracterizadas por intensos gradientes hidrológicos (regime fluvial e sua variação temporal e espacial), geomorfológicos (degradação do canal fluvial) e hidráulicos (tensão de arrastamento e poder energético), o que gera gradientes biológicos (Petts, 2001). É neste enquadramento que se devem perspetivar as intervenções nelas efetuadas.

### 1.3 A DIRETIVA QUADRO DE ÁGUA

A Diretiva-Quadro da Água (DQA) impõe um quadro de ação comum no domínio da política da água bem como na avaliação do estado ecológico das massas de água, entre as quais se integram os recursos hídricos superficiais, como as ribeiras. A classificação do estado de qualidade das diferentes ribeiras pode ser apoiado no estado de qualidade ecológica do elemento biológico macrófitos conforme definido na DQA.

Alguns investigadores indicam que a vegetação ribeirinha como os macrófitos respondem à perturbação humana, refletindo os efeitos da eutrofização (Demars & Harper, 1998), da poluição orgânica (Caffrey, 1987), da regularização e do desvio do curso de água (Aguiar *et al.*, 2001), e dos usos do solo e poluição difusa associada à agricultura (Ferreira *et al.*, 2005b). Deste modo, quer as espécies, quer os padrões comunitários das plantas fluviais podem ser potencialmente utilizados para avaliar a integridade ecológica de uma dada tipologia de sistemas fluviais (Holmes 1989), bem como no diagnóstico e conservação de habitats lóticos.

Enquanto as espécies ou indivíduos respondem a condições morfológicas e hidrológicas locais, as comunidades de macrófitos tendem a refletir os processos de sucessão vegetal que ocorrem numa escala espaço-temporal superior, um aspeto de extrema importância enquanto bioindicadores de qualidade ecológica em sistemas fluviais.

No âmbito dos objetivos ambientais da DQA para atingir o bom estado em 2015, definidos no Plano de Bacia Hidrográfica do Guadiana e no Plano de Bacia Hidrográfica do Sado, destacam-se os seguintes, para o caso das ribeiras sujeitas a intervenções (massas de água superficiais): evitar a deterioração do estado das massas de água; proteger, melhorar e recuperar as massas de água (exceto as artificiais e fortemente modificadas) com o objetivo de alcançar o bom estado (estado ecológico e estado químico bom); proteger e melhorar o estado das massas de água artificiais e fortemente modificadas com o objetivo de alcançar o bom potencial ecológico e o bom potencial químico; e, reduzir gradualmente a poluição provocada por substâncias e cessar as missões, descargas e perdas de substâncias perigosas.

O objetivo ambiental definido para 2015 considera como prioritárias as seguintes massas de água: identificadas como zonas protegidas; onde devem ser supridas as emissões provenientes de descargas e as perdas acidentais de substâncias perigosas prioritárias (indicadas no Anexo I do Decreto lei nº. 103/2010 de 24 de Setembro); superficiais onde a poluição provocada por substâncias prioritárias (indicadas no Anexo I do decreto Lei nº. 103/2010 de 24 de Setembro) deve ser gradualmente reduzida; onde se verificam tendências significativas persistentes para o aumento da concentração de poluentes, resultantes da atividade humana; e subterrâneas que devem ser protegidas, melhoradas e reconstituídas, para garantir o equilíbrio entre as adaptações e as recargas.

No âmbito da DQA, de salientar, ainda que as ribeiras localizadas na área do estudo são ribeiras de pequena dimensão (tipo S1;  $\leq 100$ ) e, encontram-se em zonas com temperatura média anual elevada (cerca de 16 °C em média) e precipitação média anual baixa (cerca de 600 mm em média) no contexto climático do território de Portugal Continental. Apresentam valores de altitude baixos



(cerca de 180 m em média) e o escoamento médio anual varia de 100 a 200 mm (distância interquartil). Este tipo de rios reflete o clima do Sul do País, com temperaturas médias anuais elevadas e precipitação média anual reduzida o que, em conjunto com a sua pequena dimensão, confere à grande generalidade destes rios um regime hidrológico temporário. Em termos climáticos, apresenta características idênticas ao tipo de Rios do Sul de Média-Grande Dimensão, diferindo apenas na sua inferior dimensão de área de drenagem (inferior a 100 km<sup>2</sup>).

Com base em características climáticas e hidrogeomorfológicas regionais, e confronto final com a variação biológica identificada por recolhas locais, é possível distinguir 4 ecorregiões aquáticas em Portugal, de acordo com estudo do INAG (2008a e b): a região montanhosa, correspondente a zonas de maior altitude do centro e norte do país; a região norte, correspondente a rios da região a norte da bacia do Tejo, a região sul, correspondente a rios da bacia do Tejo e a sul desta, e a região litoral, constituída por pequenas bacias litorais da faixa atlântica. Sub-regionalmente, estas ecorregiões são divisíveis em 12 tipos fluviais (1 montanhoso, 5 na região norte, 5 na região sul e 1 litoral), aos quais se acrescentam três tipos correspondentes aos cursos principais de grandes rios (Douro, Tejo e Guadiana).

Também de acordo com o estudo do INAG (2008) procedeu-se à descrição do enquadramento climático, do regime hídrico, geomorfológico e habitacional bem como das várias comunidades biológicas que caracterizam os tipos de cursos de água. Os referidos tipos, por sua vez, encontram-se mapeados na rede hídrica e são utilizados como referenciais para a definição do estado ecológico das massas de água e sua monitorização, sendo de esperar que os seus limites tipológicos possam vir a ficar comprometidos com as alterações climáticas.

#### **1.4 ANTROPOMORFIZAÇÃO AGRÍCOLA DE RIBEIRAS ALENTEJANAS**

A pressão humana é interpretada como toda e qualquer interferência do homem na natureza. A intervenção humana pode alterar os sistemas ribeirinhos, nomeadamente, através de remoção sistemática de habitats dos cursos de água, regularização das margens, artificialização das margens (tal como acontece em cursos linearizados), com a correspondente destruição da cortina ripária, conduzindo à sedimentação e erosão das margens, face a pressões como o pastoreio nos ecossistemas ripários (Winterbourn & Townsend, 1991). Estas e outras práticas de gestão alteraram muitos ecossistemas ribeirinhos, com perda da sua capacidade para reter eficientemente a matéria orgânica.

É referido por Karr (1991) que as atividades de carácter antrópico, tais como alterações do uso do solo e dos recursos aquáticos podem alterar processos físicos, químicos e biológicos associados ao ecossistema fluvial, modificando, desse modo, as suas comunidades biológicas. Outros autores referem ainda, que práticas de desmatção, uso de fogo e pastoreio (Wallace *et al.*, 1997), uso de práticas agrícolas mais intensivas, a regulação de caudal, e retificações a nível do canal fluvial têm conduzido à diminuição ou interrupção do transporte de matéria orgânica para jusante. Todavia, é referido por autores como Palmer *et al.* (2005), que alterações importantes na função do ecossistema, em resposta a alterações de carácter antrópico, não são detetadas até o sistema fluvial evidenciar visualmente sintomas do seu declínio.

No contexto da atividade agrícola salienta-se a prática de regadio como uma atividade que partilha um espaço restrito com muitas outras atividades económicas. A expansão da produção intensiva da agricultura de regadio tem-se generalizado na área do mediterrâneo (principalmente a Sul) face às situações climáticas adversas que comprometem o sucesso das culturas, face aos períodos de *deficit hídrico* a que estão sujeitas.

A agricultura de regadio encontra-se associada a técnicas de produção mais intensivas e potencialmente a usos mais elevados de fertilizantes e pesticidas, comparativamente com as técnicas de agricultura de sequeiro (EEA, 2009). Este tipo de sistema de exploração de carácter intensivo, encarado como uma fonte de riqueza economicamente viável, apresenta-se como um problema generalizado, no que diz respeito ao uso sustentável, com consequências a nível da estrutura do solo, e ao nível da contaminação dos recursos hídricos, face à intensificação da utilização de pesticidas e de fertilizantes. A atividade agrícola, sobretudo a de regadio, encontra-se naturalmente associada aos recursos hídricos, quer pela utilização destes como *input* para rega, quer como meio recetor de produtos provenientes da atividade agrícola, como nitratos e pesticidas (EEA, 2009; Moxey, 2012). A introdução de produtos químicos no solo e na água associada à atividade agrícola pode ainda contribuir para o aumento da concentração de sais no solo e ocorrência de salinização (associada à introdução de sais através de más práticas de irrigação e/ou fertilização).

Com as alterações associadas à conversão da atividade agrícola de sequeiro para regadio pode-se afirmar relativamente à vegetação presente em cursos de água que estas comunidades vegetais climáticas depararam-se com problemas de conservação, tendo em conta, por um lado, a pressão exercida pelo pastoreio, que contribui para o aumento da matéria orgânica no leito e margens de muitos troços (promovendo a compactação do solo e impedindo a recuperação das comunidades arbustivas e arbóreas, consideradas essenciais para o equilíbrio do ecossistema ribeirinho), e, por

outro, a invasão da zona do leito até às margens dos cursos de água, com repercussões a nível da recuperação da vegetação ribeirinha, como já foi referido.

Atendendo à ocupação cultural do solo associada à técnica agrícola de regadio, com culturas mais intensivas, bem como às exigências hídricas, nutritivas e fitossanitárias das culturas associadas a esta atividade, e às características hidrológicas das ribeiras agrícolas alentejanas, torna-se relevante criar adequadas condições de drenagem (das águas provenientes da precipitação, bem como das águas resultantes de escorrência das áreas regadas), que lhes permita assegurar um escoamento que se compatibilize com as funções hidráulicas. É neste contexto que as ribeiras são requalificadas, requerendo para tal, as necessárias intervenções que passam pela limpeza e/ou reperfilamento (intervenções estas que serão abordadas com mais detalhe no âmbito do capítulo II, relativo à tipologia ecológica de ribeiras agrícolas alentejanas).

Face à necessidade de garantir a função hidráulica das ribeiras e à inadequada capacidade de drenagem para responder eficazmente à intensificação da prática agrícola do regadio, as requalificações definidas no âmbito dos projetos da rede de drenagem em estudo, mediante intervenções de limpeza e de reperfilamento, são realizadas numa ótica agrícola e não ecológica.

A intensificação de práticas agrícolas tem, segundo referência feita por autores (Vought, L.B & Lacoursière, 2010), conduzido à remoção de vegetação ripária. Esta situação tem conduzido à dissociação generalizada dos ecossistemas lóticos e da planície de inundação ribeirinha, com uma redução grave a nível da interação entre o curso de água e o solo, a qual inclui a limitação com a zona hiporreica (o que por sua vez tem conduzido a um decréscimo dos níveis freáticos). É ainda referido por estes autores, que estas alterações têm levado a reduções significativas na capacidade de retenção de nutrientes dos cursos de água e nas suas zonas ribeirinhas.

Para este tipo de ribeiras do estudo, localizadas numa região com clima mediterrânico e em áreas agricultadas, para além do uso do solo ser dos fatores ambientais mais importantes que afeta os recursos ecológicos (Hunsaker & Levine, 1995), crescem as intervenções de requalificação como a limpeza e reperfilamento, de que estes recursos foram alvo.

As regiões de clima mediterrânico (Naveh & Vernet 1991; di Castri 1990) e em particular a Bacia Mediterrânica (Gasith & Resh 1999; Lepart & Debussche 1992) são caracterizadas por alteração milenar no uso do solo adjacente aos cursos de água para produção agrícola e criação de gado, a par de uma forte competição pela água entre as utilizações humanas e os ecossistemas naturais (Garcia de Jalón 1987). Como consequência, é frequente a fragmentação e compartimentação das zonas ripárias com a ocorrência de alterações significativas na sua estrutura, riqueza de espécies,

distribuição e composição (Malanson & Cramer 1999; Nilsson 1996; Planty-Tabacchi *et al.*, 1996; Knight *et al.*, 1994). Acresce que a dinâmica dos ecossistemas envolventes e processos ecológicos fluviais estão particularmente interligados (Gragory *et al.*, 1991) e a perturbação humana nas áreas envolventes é uma das causas frequentes de interrupção entre estas conexões e interações ecológicas (Jungwirth *et al.*, 2002; McIntyre & Hobbs 1999; Large *et al.*, 1994).

O uso de práticas agrícolas inadequadas em zonas ripárias, tais como mobilizações com alfaiais junto à margem das ribeiras, como é exemplo a figura 1.4, têm conduzido os cursos de água a impactes com afetações a nível do aumento de nutrientes e de sedimentos grossos e finos, para além de comprometer e impedir muitas vezes a recuperação da vegetação ribeirinha, pelo fato de invadir a zona do leito de cheia.



**Figura 1.4** - Parcela de terreno agricultado até à periferia de uma ribeira

Existem autores que defendem que este tipo de impacte tem como consequência a alteração do fluxo hidrológico com constrangimentos a nível da provisão de restos arborizados e orgânicos, e com repercussões na biodiversidade do *habitat* (Erskine & Webb, 2003; Murphy, 1995; Meehan, 1991). Outros autores referem ainda que a intensificação das práticas culturais junto às zonas ripárias tem levado à remoção da vegetação das ribeiras, até a um ponto em que muitos locais as ribeiras são vistas apenas como diques de drenagem (Vought L.B & Lacoursière, 2010). Esta situação origina uma desagregação generalizada do ecossistema fluvial, isto é, conduz a uma redução severa da interação meio aquático – meio terrestre, com implicações na zona hiporreica (conectividade vertical), e como consequência deste facto, o nível freático dos aquíferos decresce com implicações a nível local e nalguns casos mesmo a nível regional. Existem ainda referências que mencionam a bacia do Mediterrâneo como uma das primeiras regiões a sofrer impactes ambientais aliados às perturbações humanas recentes, tais como limpezas, pressão de pastoreio e agricultura (di Castri, 1991).

Em suma, as afetações no ecossistema ribeirinho com intervenções que implicam o redimensionamento de regularização da secção de vazão têm conduzido: as reduções significativas na capacidade de retenção de nutrientes pela zona ripária das ribeiras (devido ao movimento mais rápido das águas subterrânea e superficial nas e para as próprias ribeiras), à diminuição da capacidade de auto depuração do ecossistema fluvial; à desagregação das interações água-solo; à alteração dos processos hidrológicos; à alteração na estabilidade dos cursos de água; ao aumento da radiação solar na ribeira e à afetação da fauna e flora na ribeira e na sua envolvente (Vought & Lacoursière, 2010) a efeitos secundários na dinâmica do sistema fluvial; à regularização da secção das ribeiras com a preocupação de garantir a função de transporte da água, ao aumento dos níveis de nutrientes nos cursos de água e até à foz (Kronvang *et al.*, 2005).

Acresce que a ocupação desordenada das zonas ripárias aliada a práticas agrícolas de carácter intensivo, resultado da ocupação por culturas agrícolas de sequeiro e/ou regadio, implica o uso de fertilizantes, pesticidas e irrigação. Esta prática exerce pressão sobre os recursos hídricos superficiais e induz o sistema fluvial a eventuais impactes negativos, sobretudo ao nível da qualidade da água superficial e subterrânea, da biodiversidade e em termos paisagísticos.

Em termos gerais pode afirmar-se que a degradação dos ecossistemas ribeirinhos, pelo uso inadequado das zonas ripárias, tem conduzido: ao aumento dos assoreamentos, ao decréscimo do efeito filtrador ou do “*input*”, com a consequente entrada de nutrientes e poluentes provenientes das práticas agrícolas para o meio hídrico, com repercussões na qualidade da água; à diminuição do nível freático, com a utilização de água para irrigação, para além da capacidade de recarga do sistema aquífero; ao aumento da erosão e sedimentação e à elevação da temperatura da água pela ausência do coberto vegetal.

Neste contexto, os impactes associados à atividade agrícola, encontram-se amplamente distribuídos (Allan, 2004) com implicações a nível da diminuição da qualidade da água e, consequentemente com implicações na redução da diversidade dos ecossistemas aquáticos (Maddock, 1999).

Existem perturbações humanas que influenciam o regime hidrológico, como é o caso de obras de linearização, aprofundamentos do leito, atravessamentos entre outras infraestruturas para diminuição da velocidade de escoamento. No entanto, é referido por autores que em grande número de bacias hidrográficas, o uso das terras envolventes, incluindo a exploração florestal e agrícola, o pastoreio e a urbanização, são mais importantes na modificação do regime hidrológico, que a regularização propriamente dita (Poff *et al.*, 1997).

Brookes (1988), referenciou as principais consequências resultantes da intervenção de linearização de ribeiras, nomeadamente a nível físico, biológico e a jusante, tendo referido que os principais efeitos desta tipologia de intervenção (com implicações no redimensionamento das ribeiras), refletem-se na redução da complexidade do *habitat* nomeadamente através da eliminação de *pools* e *riffles*; no aumento da temperatura da água, como consequência da remoção da vegetação do leito e margens, no incremento da erosão do leito e das margens, e na sedimentação e inundação a jusante. A conjugação destes efeitos conduz a uma vasta gama de impactes nas comunidades de macro invertebrados bentónicos, peixes e vegetação aquática. Importa ainda referir, de acordo com diversos autores (Brookes *et. al.*, 2004; Shields *et.al.*, 1994; Harmon *et. al.*, 1986), que a linearização das ribeiras conduz a impactes ao nível da redução da variabilidade ecológica e como resultado maiores velocidades, profundidades e diversidade estrutural. Salienta-se que a linearização é uma alteração deliberada de uma ou mais variáveis hidráulicas do canal, incluindo a largura, profundidade, inclinação, depósito e rugosidade de sedimentos, que tem efeitos imediatos e diretos nos processos de um curso de água.

A referência à ocorrência de alterações seguidas da linearização é efetuada por grande número de autores (e.g. Rasid *et al.*, 1985; Horner & Welch 1982; Piest *et al.*, 1977; Cederholm & Koski 1977; Emerson 1971 & Daniels 1960). A descrição dos principais efeitos físicos e potenciais consequências ecológicas na vegetação ripícola em sistemas fluviais, associadas à linearização, foram efetuadas por Wood & Armitage (1999), Kondolf *et al.*, (1996), Bravard & Petts (1996), Lepart & Debussche (1992), Décamps *et al.*, (1988) & Brookes (1988).

Importa ainda referir constatações feitas por autores, que abordam a consequência da variabilidade hidrológica anual nas alterações abióticas e bióticas (variabilidade esta relacionada com a alternância de épocas secas com épocas de chuva), que confere ao ecossistema ribeirinho uma maior vulnerabilidade a perturbações antrópicas (Allan, 1995; Garcia de Jalón *et al.*, 1992). Assim, é vulgar assistir ao aumento de transporte de sedimentos e detritos, à alteração da distribuição dos materiais do substrato e da matéria orgânica do curso de água, ao arrastamento de vegetação ripária, à ocorrência de novas zonas de erosão e de deposição; a alterações morfológicas do canal fluvial, à homogeneização de parâmetros de qualidade de água e, em última análise, a situações extremas, como a diminuição ou eliminação da fauna aquática por afastamento ou morte, quando se verifica um aumento significativo do caudal das ribeiras, durante a época das chuvas (Downes *et al.*, 1998; Mosich & Bunn, 1997; Death, 1996; Boulton & Lake, 1992). Em oposição, na época mais seca podem ocorrer os seguintes efeitos: aumento da evapotranspiração e consequentemente da concentração de materiais dissolvidos (Boulton & Lake, 1990), redução do *habitat* disponível para os organismos

aquáticos (Stanley *et al.*, 1997) e redução do fluxo de água, com implicações na formação de zonas descontínuas e na deterioração da qualidade da água face ao aumento da temperatura e à depleção de oxigénio. Deste modo, verifica-se a fragmentação dos processos ecológicos longitudinais, comprometendo não só o transporte de nutrientes como a circulação natural do biota (Jesus, 2001). No entanto, a adoção de determinados mecanismos, tais como estratégias reprodutivas e comportamentais, e adaptação dos ciclos de vida, permitem que as comunidades bióticas que habitam as ribeiras se mantenham e consigam responder a diferentes níveis de variação de caudal (Jesus, 2001).

As atividades humanas afetam deste modo as galerias ripícolas, quer seja pela remoção direta da vegetação como por efeitos secundários resultantes da alteração da dinâmica do sistema fluvial e dos processos hidrológicos.

Vários estudos sobre o papel ou efeitos da perturbação humana nas componentes biológicas dos sistemas lóticos centram-se na conceção de modelos explicativos da modificação dos processos funcionais dos ecossistemas lóticos (Ward *et al.*, 1999).

Acrece ainda salientar, no contexto da antropomorfização, a referência feita por autores (Miller & Boulton, 2005) na identificação de alterações que ocorrem nos sistemas fluviais considerados fortemente perturbados como é o caso de ribeiras localizadas em zonas urbanas, no entanto, são escassos os estudos ecológicos que exploram as respostas de ribeiras em zonas agrícolas, centrando-se normalmente em variáveis de estado tal como a abundância de vertebrados.

Em ambientes urbanos a recomposição das zonas ripárias é responsável pela melhoria substancial da qualidade da água (Robertson & Rowling, 2000; Mander *et al.*, 1995; Vought *et al.*, 1995) e consequentemente das comunidades aquáticas (Lazdinis & Angelstam, 2005; Paul & Meyer, 2001; Thoms & Sheldon, 2000; Vought *et al.*, 1995). Tal como na requalificação de rios urbanos, onde a lacuna do conhecimento a nível do funcionamento ecológico é um facto e, onde o desafio para os gestores consiste na identificação de potenciais fatores de degradação, suas interações e influências nas funções do ecossistema (Miller & Boulton, 2005), também no âmbito da requalificação de ribeiras localizadas em áreas agrícolas e intervencionadas, a lacuna do conhecimento em termos de funcionamento ecológico é uma constatação. Em Portugal não existem estudos conhecidos da ecologia de ribeiras agrícolas e seu restauro. No entanto, as principais perturbações e efeitos negativos da prática agrícola nos sistemas fluviais e os principais aspetos a ter em consideração no âmbito da requalificação de ribeiras localizadas nestas áreas têm sido abordadas.

Na tabela 1.1 apresentam-se as principais perturbações e efeitos negativos da agricultura nos sistemas fluviais e aenumeração dos principais aspetos a considerar na reabilitação de ribeiras agrícolas.

**Tabela 1.1** - Principais perturbações, efeitos negativos da agricultura nos sistemas fluviais e medidas (Adaptado de: Lester & Boulton, 2008; Brooks *et al.*, 2007; Hendry *et al.*, 2003; Brock *et al.*, 1999; Leonard *et al.*, 1999; Shields *et al.*, 1994; Platts & Nelson, 1985; Triska, 1984)

<b>Principais perturbações</b>	desbaste das bacias hidrográficas e zonas ripárias (incêndios, materiais de construção, desenvolvimento urbano); regulação e extração de caudais (regadio, drenagem, barragens, açudes); canalização de cursos de água (regadio); aumento da poluição (fertilizantes, pesticidas, herbicidas); aumento do pastoreio (alterações de habitats ripários e aquáticos); remoção de material lenhoso (restos naturais de madeira) no interior de cursos de água
<b>Principais efeitos negativos</b>	modificações em grande escala das bacias hidrográficas; elevadas concentrações de nutrientes e de sedimentos suspensos; perda de vegetação ripária (diminuição do ensombramento e aumento da temperatura da água); alteração da hidrologia (diminuição do nº. de pequenas cheias e de inundações moderadas, aumento do período e da consistência das estações secas); aprofundamento do canal; sedimentação excessiva; diminuição da qualidade da água (eutrofização- depleção de O <sub>2</sub> e alterações de pH); perda de complexidade e biodiversidade (habitat e biota); diminuição da condição e da conectividade fluvial (homogeneização do perfil longitudinal do leito, uniformização de profundidades, velocidades e diversidade estrutural); alteração da estabilidade das margens; diminuição da quantidade e qualidade da matéria orgânica disponível
<b>Restauração/ Reabilitação</b>	colocação de sebe, de modo a evitar o pastoreio; revegetação de zonas ripárias; declives mais íngremes (escarpas); criação de zonas tampão (redução da entrada de sedimento e nutrientes); reintrodução de madeira natural (restauração da complexidade do habitat)

Como exemplos de técnicas de reabilitação de ribeiras integradas em áreas agrícolas salienta-se a reintrodução de madeira como uma técnica transitória viável para este tipo de cursos de água, que visa a rápida melhoria da sua condição, desde que as fontes de colonizadores estejam viáveis e a qualidade da água seja apropriada, realçando como principal vantagem da utilização desta técnica o facto de ser mais económica e de exigir pouca manutenção (Lestes & Boulton (2008). Para além disso, a sua importância também se repercute a nível de:

- morfologia do curso de água (perfil de velocidade da água, relacionado com padrões locais de erosão e sedimentação; controlo da resistência ao caudal, sedimentação, consistência das margens, alteração da morfologia do canal);
- química da água (aumento da turbulência associada ao aumento da aerificação – aumento da concentração de oxigénio dissolvido; fixação de azoto ou outros biofilmes; quantidade e



fontes de carbono disponível; acumulação de matéria orgânica – folhas; favorecimento do movimento vertical da água entre caudais superficiais e subsuperficiais, o que induz o aumento da complexidade do canal, melhora os tempos de retenção da água e favorece o processamento de nutrientes na zona hiporreica (Boulton, 2007; Kasahara & Hill, 2007);

- diversidade de *habitats* e biológica (aumento do habitat disponível para colonização por vários organismos (Davies *et al.*, 2000), relacionado com a criação de orifícios, aumento da diversidade de profundidade e perfis de velocidade (Harmon *et al.*, 1986), os restos de folhagens e plantas à deriva também proporcionam habitat adicional para macroinvertebrados aquáticos (Scealy *et al.*, 2007).

Estes autores apresentam uma importante sinopse do exemplo de publicações sobre projetos de restauração que utilizaram a adição de madeira em cursos de água, salientando, contudo, que os resultados obtidos com este tipo de restauração são variáveis em função da localização, do uso do solo e da ordem da linha de água em questão. Todavia, referem, também, que apesar da grande variedade de cursos de água, tipos de terreno e objetivos, a maior parte dos autores recomenda a utilização de madeira como uma ferramenta de reabilitação de sistemas fluviais (Hilderbrand *et al.*, 1997; Brooks *et al.*, 2004; Kail *et al.*, 2007; Roberts *et al.*, 2007). Acresce que os projetos futuros devem ter em consideração a medição do sucesso ecológico da reabilitação, bem como tentar identificar o mecanismo de resposta (Jansson *et al.*, 2005).

## 1.5 REQUALIFICAÇÃO VS REABILITAÇÃO VS RESTAURO ECOLÓGICO

Relativamente aos tipos de intervenções que visam melhorar o estado do sistema ribeirinho, consideraram-se três diferentes tipos (Teiga, 2011):

- **Requalificação:** corresponde à implementação de uma só técnica de âmbito pontual, sem ser integrada no contexto global da situação da bacia hidrográfica; possui objetivos mais reduzidos e menos abrangentes que uma reabilitação, e muitas vezes sem preocupações ecológicas.
- **Reabilitação:** é um processo integrado e de âmbito alargado, alvo de uma análise ponderada e regrada, seguindo objetivos definidos e que pode incluir a implementação de diversas medidas devidamente orientadas para os propósitos específicos da situação em causa.
- **Restauro:** corresponde à tomada de medidas que visam “retirar as características danificadas”, isto é, em que se pretende recuperar a condição inicial do sistema, ou seja, voltar à situação pristina.

Designa-se por reabilitação, o restauro ecológico em situações muito humanizadas, quando é do conhecimento que não será possível voltar à situação de referência mas é possível reganhar as funções e processos fluviais e logo uma estrutura das comunidades biológicas semelhante à original. Alguns autores de referência – Tánago, Jalón (1998) e Fisrwg (1998) – definem este último processo como *restoración e restoration*.

A ação de restauro é demonstrada pela resposta quantificada dos elementos combinados. Para o restauro ser eficaz necessita que haja uma relação entre as causas (pressões humanas) e os efeitos (elementos de qualidade).

A requalificação ecológica de cursos de água degradados é relativamente recente, não indo além de quatro décadas (Brooks & Shields, 1996.), embora suportada pela DQA.

Os impactes obtidos nas ribeiras por intervenções de requalificação podem ser minimizados através de uma reabilitação ecologicamente bem-sucedida, segundo Palmer *et al.*, (2005). Para além disso, este procedimento cria condições hidrológicas, geomorfológicas e ecológicas que permitem ao curso de água funcionar como um sistema resistente e auto-suficiente capaz de recuperar de alterações rápidas e de *stress* (Holling, 1973). Todavia, a menos que algum nível de resistência seja reabilitado, os projetos requerem, normalmente, uma gestão e reparação contínuas, o que é o oposto da autossuficiência. Por isso, Palmer *et al.*, (2005) recomendam que para serem ecologicamente bem-sucedidos, os projetos devem recorrer à reabilitação de processos fluviais naturais (por ex. trajeto do canal, interações rio-zonas inundáveis, retenção de matéria orgânica, dispersão biótica).

Palmer *et al.*, (2005) resumem os principais critérios de avaliação da reabilitação ecologicamente bem-sucedida num sistema fluvial, apresentando as principais linhas de avaliação, respetivos indicadores e referências bibliográficas mais importantes. Para além disso, realçam que a grande prioridade deve ser a conservação dos sistemas fluviais evitando, sempre que possível, a sua degradação. No entanto, se esta falhar deve proceder-se à sua reabilitação ecológica (Dobson *et al.*, 1997; Ormerod, 2003), dando preferência à utilização dos métodos mais simples e menos dispendiosos (Palmer *et al.*, 2005).

Os gestores fluviais estão a recorrer cada vez mais a atividades de reabilitação, baseadas na ecologia, em detrimento de soluções de engenharia “dura”, de modo a recuperar os sistemas degradados (Palmer *et al.*, 2005). Nota-se, contudo, que este tipo de projetos visam manter ou aumentar os bens e serviços dos ecossistemas, sem grande preocupação em proteger os ecossistemas de jusante e costeiros (Palmer *et al.*, 2005).

Os trabalhos pioneiros mais consistentes em matéria de reabilitação foram realizados no sul da Alemanha (Larsen, 1994) e a ideia essencial que os motivou foi a renaturalização (Ormerod, 2004). Com frequência, a reabilitação fluvial foi desenvolvida no sentido de mitigar o efeito das cheias e melhorar a navegabilidade e estabilidade dos canais. Atualmente, o conceito tem evoluído no sentido de restabelecer a “saúde” dos habitats aquáticos, tornando imperativo o conhecimento profundo da dinâmica fluvial e das suas componentes num enquadramento biofísico integrado (Pedroli *et al.*, 2002; Gordon *et al.*, 1992; Boon, 1998).

A reabilitação dos ecossistemas aquáticos deve ter em conta as componentes mencionadas e a sua dinâmica temporal. De acordo com Frissel *et al.*, (1986) e Petts (2001) a atuação ou a monitorização dos resultados associados à reabilitação deve englobar diversas escalas espaciais, consideradas, nomeadamente, a escala regional, uma sequência linear de sectores ( $10^8 - 10^5 \text{ m}^2$ ) dentro das bacias hidrográficas, mosaicos de habitats ( $10^4 - 10^2 \text{ m}^2$ ) dentro dos vários sectores e micro-habitats ( $10 - 10^{-1} \text{ m}^2$ ). Ora, uma visão contínua de um curso de água é necessária para compreender como os processos interatuam ao longo de escalas tão diversas (Fausch *et al.*, 2002; Schollosser, 1991).

Todavia, a maioria das reabilitações fluviais executadas na atualidade não atende ao contexto ecológico, nem aos níveis espaciais como a bacia, segmento e troço, prevalecendo sobretudo objetivos humanos e não ambientais.

Existem autores, como Statzner *et al.*, Norris & Thoms (1999), que referem que a variabilidade hidrológica das ribeiras tem um importante papel na repartição das comunidades aquáticas, que, ao gerar uma heterogeneidade espacial e temporal de cada sistema, influencia outros fatores que caracterizam os sistemas lóticos, nomeadamente, a morfologia do canal, o tipo e a estabilidade do substrato, a disponibilidade de habitats e de nutrientes.

A reabilitação de cursos de água degradados está fortemente ligada à reestruturação da faixa ripária. A faixa ripária representa um espaço tridimensional que determina a interface entre os sistemas terrestres e aquáticos, regulando o funcionamento e a componente biológica do meio aquático.

Existem autores que defendem que para priorizar projetos de reabilitação em zonas agrícolas devem existir critérios-base que defendam os sistemas fluviais a nível de parâmetros hidrológicos (caudal e regime), parâmetros de espaço (leitos de cheia e inundações em vários períodos de retorno) e de tempo, para restabelecer e permitir a evolução da dinâmica fluvial (Arizpe *et al.*, 2008; Tánago & Jalon, 2007; Fisrwwg, 1998).

Os projetos devem priorizar a recuperação da qualidade da água; do espaço e da morfologia; das funções do bosque ripícola; do *habitat* para o biota aquático; e implementar uma estratégia de reabilitação.

A reabilitação de ribeiras intervencionadas localizadas em áreas agrícolas irrigadas pode ser valorizada com objetivos que procurem a compatibilização das funções hidráulica e ecológica, desde que não desvirtuem os princípios de reabilitação e funcionamento da dinâmica do ecossistema fluvial.

É ainda referido por diversos autores que os projetos de reabilitação devem explicitar as componentes referentes às intervenções específicas com estudo económico, e esclarecer as opções a integrar no domínio hídrico e leito de cheia (Martins, 2010; Coelho *et al.*, 2010; Aripze *et al.*, 2008; Tánago & Jalon, 2007).

A reabilitação de ribeiras pode originar uma série de benefícios incluindo os económicos (Pei *et al.*, 2009; Fontoura, 2009; Bernhart & Palmer, 2007; Chin & Gregory, 2005; Paul & Meyer, 2001). A elaboração de um projeto de reabilitação deve ainda incluir o processo documental, que é fundamental para licenciar e fiscalizar a intervenção e também para assegurar a qualidade dos objetivos propostos e reduzir os impactes negativos associados a este tipo de intervenção.

A padronização de técnicas e metodologias de atuação para o processo de reabilitação de ribeiras pode contribuir para que as equipas multidisciplinares de projeto desenvolvam soluções para atingir o bom estado ecológico, cumprimento da Lei da Água e da DQA e promovam o desejado desenvolvimento local com recurso às medidas que mais se ajustem ao enquadramento local do projeto.

A reabilitação/restauro, de cursos de água degradados é ainda uma necessidade para a efetiva aplicação da Diretiva Quadro de Água.

## 1.6 IMPORTÂNCIA DO TEMA

A reabilitação tem hoje uma importância acrescida face ao intuito da Diretiva Quadro de Água, que obriga a que os ecossistemas aquáticos atinjam o “bom” estado ecológico. Este objetivo depende não só da qualidade da água mas também do funcionamento ecológico do ecossistema em causa, de modo a que este se aproxime da situação prévia à perturbação (ou situação de referência), no caso das massas de água naturais.

Neste contexto importa compreender o funcionamento ecológico de ribeiras que foram sujeitas a alterações de carácter antrópico e morfológico, mais concretamente requalificações, e definir medidas concretas, que ao invés de corrigir o efeito (ocupação do volume da ribeira por vegetação), resolvam o problema (criação das condições favoráveis à invasão, a começar pela sua identificação).

A requalificação de ribeiras em áreas irrigadas é uma temática desconhecida sobretudo em ribeiras agrícolas que se localizam em áreas de regadio e que estão sujeitas a variações hidrológicas muito grandes e influenciadas por ações antrópicas.

A requalificação abordada no âmbito da presente investigação está associada a intervenções de carácter antrópico, decorrentes da variabilidade de regimes hidrológicos e que implicam alteração morfológica das ribeiras. Esta situação favorece a ocorrência de espécies invasoras, que aproveitam eficazmente estas intervenções nas ribeiras, impedindo deste modo a regeneração da vegetação autóctone, conduzindo à redução da biodiversidade da zona ripária, com formação de densidades elevadas num período de tempo relativamente curto (Bell 1997; Coffman 2007; Perdue 1958; Rieger & Kreager, 1989).

As intervenções de limpeza e de reperfilamento de carácter hidráulico, com o intuito de garantir um adequado escoamento, são dos fatores relacionados com a dispersão de invasoras em ribeiras. Importa salientar que a variabilidade dos regimes hidrológicos facilita a invasão dos sistemas ripários por vegetação (Bell, 1997) e que esta ocupação, por sua vez, origina impactes a nível ecológico e ambiental (Dudley, 2000; Bell, 1997). Por isso as intervenções de carácter hidráulico, com o intuito de garantir um adequado escoamento, estão em geral relacionadas com a dispersão de invasoras em ribeiras.

Em termos científicos, a temática da requalificação e gestão de ribeiras em áreas irrigadas e alteradas morfológicamente carece de algumas considerações em termos de referências bibliográficas, no que concerne a ribeiras localizadas em áreas de regadio, sobretudo no que diz respeito à análise entre o impacto de intervenções que alteram a morfologia das ribeiras e a resposta e recuperação da vegetação a este tipo de intervenções (Hupp, 1992; Bravard *et al.*, 1986; Brookes, 1986, 1995).

No entanto, o efeito de intervenções antrópicas, como são as intervenções designadas por linearizações (ex: dragagens, alargamento de secções e, aprofundamento do leito), é analisada por alguns autores que referem as consequências desta tipologia de intervenção, em termos hidrogeomorfológicos e dos processos que ocorrem a jusante (Hupp, 1992).

Atendendo ao número considerável de ribeiras que têm vindo a ser intervencionados através de intervenções de limpeza (mecânica e/ou manual) e de aumento da secção de vazão (reperfilamento) em áreas de perímetro de rega do Sul do país (sobretudo na área do EFMA, no âmbito da beneficiação da Rede de Drenagem), considera-se pertinente avaliar a eficácia e os efeitos dessas intervenções, bem como analisar o funcionamento ecológico destas ribeiras, que foram sujeitas a alterações antrópicas de carácter hidrogeomorfológico.

Uma vez que a rede de drenagem coincide com a rede hidrográfica (ribeiras) e ecossistemas associados, interessa também não descurar a vertente ecológica, com papel fundamental destes corredores fluviais na biodiversidade e gestão sustentável da água.

Por outro lado, as alterações da conectividade natural longitudinal e lateral dos corredores fluviais decorrente de intervenções implicam a alteração da morfologia das ribeiras (com o aumento da secção de vazão), conduzindo ao desaparecimento quase total dos *habitats* originais (e vegetação nativa autóctone), situação que também favorece a ocorrência de espécies invasoras nativas ou exóticas, num período de tempo relativamente curto (Coffman, 2007; Bell, 1997; Rieger & Kreager 1989; Perdue, 1958).

Face ao exposto, a temática em questão reveste-se de importância face à possibilidade de analisar a eficácia agora para poder melhorar o processo no futuro.

## 1.7 OBJETIVOS E ESTRUTURA DA TESE

As ribeiras agrícolas alentejanas, localizadas a Sul de Portugal, caracterizam-se em termos hidrológicos por ribeiras de pequenas dimensões, barrancos ou ribeiras, com um regime de escoamento tipicamente mediterrânico (carácter torrencial) e com formações vegetais dos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo a colonizar as margens dos cursos de água.

Algumas destas ribeiras, atendendo ao facto de integrarem áreas agrícolas, foram sujeitas a intervenções de requalificação de modo a melhorar o escoamento destes cursos de água, garantindo, deste modo, a sua função hidráulica, que passou pela beneficiação da rede de drenagem, mediante intervenções de limpeza e reperfilamento.

Estas intervenções tiveram por intuito a melhoria da capacidade de vazão das ribeiras agrícolas, situação que se traduziu em intervenções de requalificação de carácter antrópico. Estas operações que implicam a alteração da morfologia das ribeiras conduzem a situações de incremento da erosão

e a situações de deterioração ou mesmo inexistência de vegetação ribeirinha, interferindo deste modo com o funcionamento ecológico do ecossistema ribeirinho.

Importa salientar que as ribeiras intervencionadas fazem parte da rede de drenagem alvo de beneficiação pelos projetos, e dos ecossistemas associados, pelo que interessa não descurar a vertente ecológica destes corredores fluviais, com papel fundamental na biodiversidade e gestão sustentável da água.

A requalificação tem hoje uma importância acrescida face ao intuito da Diretiva Quadro de Água, que obriga a que os ecossistemas aquáticos atinjam o “bom” estado ecológico, objetivo que depende não só da qualidade da água mas também do funcionamento ecológico do ecossistema em causa, de modo a que este se aproxime da situação prévia à perturbação (ou situação de referência).

Neste contexto reveste-se de particular importância, numa abordagem que permita, por um lado compreender o funcionamento ecológico de ribeiras agrícolas intervencionadas, através da avaliação e eficácia das intervenções de limpeza e reperfilamento e por outro, definir medidas concretas de requalificação e gestão para esta tipologia de ribeiras.

Para efeitos da concretização desta abordagem, a tese encontra-se estruturada em 5 capítulos diferentes (capítulos I, II, III, IV e V).

O âmbito do capítulo I, relativo à introdução, tem por intuito demonstrar o enquadramento da dissertação no estado da arte atual e a sua relevância em termos científicos e técnicos. Neste capítulo introdutório são tecidas considerações gerais relativas às zonas ripárias (definição, caracterização e funções) é dado realce às dimensões de análise de um sistema fluvial, à diretiva quadro de água, à tipologia de intervenções que visam melhorar o estado do sistema ribeirinho e às alterações climáticas. Neste capítulo são ainda salientados aspetos relativos aos efeitos da antropomorfização em ribeiras agrícolas alentejanas, e no final é dado destaque à importância da tese, e são apresentados os objetivos e estrutura da dissertação.

O segundo capítulo, intitulado “Tipologia Ecológica e Requalificação de Ribeiras Agrícolas Alentejanas” prevê a caracterização e análise das intervenções realizadas no âmbito da beneficiação da rede de drenagem das áreas dos Perímetros de Rega localizados nos subsistemas de Alqueva, Pedrógão e Ardila, de modo a definir tipos de ribeiras com características geográficas e hidrológicas relativamente homogêneas e com as mesmas relações causa-efeito. Para este efeito, procedeu-se à identificação e seleção de unidades de amostragem e ao tratamento e análise estatística dos dados para as ribeiras antes e após a intervenção. Neste capítulo é descrita a localização e caracterização da

área do estudo; é feita a abordagem à importância da beneficiação da rede de drenagem e o seu enquadramento com a requalificação de ribeiras agrícolas alentejanas, são descritas as tipologias de intervenção efetuadas; são caracterizadas as ribeiras agrícolas intervencionadas em termos hidrogeomorfológicos e hidrológicos. Também se abordam os efeitos da regularização dos leitos em ribeiras.

O terceiro capítulo, sobre a “Estrutura e evolução das ribeiras intervencionadas” tem por objetivo avaliar as requalificações efetuadas, nomeadamente em termos da sua eficácia e seus efeitos a nível da estrutura e evolução das ribeiras que foram alvo de intervenção no âmbito dos projetos de beneficiação da rede de drenagem. Neste capítulo procede-se a uma abordagem relativamente a questões hidrológicas, bem como à caracterização da composição florística. Por outro lado, é feita menção aos desequilíbrios populacionais em leitos intervencionados (relacionados com a presença de invasoras como canas e silvas) e aborda-se alguns aspetos relacionados com as requalificações e seus efeitos. Para este efeito, e com base nas características dos troços de ribeiras do tipo grande e pequeno para cada um dos perímetros de rega, procedeu-se à Análise Estatística dos dados inventariados, através da realização de testes estatísticos não paramétricos, para amostras emparelhadas, nomeadamente o teste do Sinal e teste de Wilcoxon para amostras independentes, teste de Kruskal Wallis e teste da Mediana.

O quarto capítulo, relativo à “Referencial de restauro em leitos intervencionados” tem por objetivo caracterizar o funcionamento ecológico de ribeiras localizadas em perímetros de rega (intervencionadas e não intervencionadas) e de ribeiras naturais, de acordo com a medição de algumas variáveis, como sejam: proceder à medição de desvios ecológicos entre as ribeiras em estudo, bem como apresentar propostas de gestão integrada para ribeiras localizadas em perímetros de rega.

Dado o nível de afetação que as intervenções associadas à beneficiação na rede de drenagem exercem sobre as ribeiras, para alcançar do objetivo de “bom estado ecológico” são necessárias ações e medidas de requalificação e gestão que visem a mitigação dos impactes resultantes das alterações morfológicas, de modo a restituir ao sistema fluvial a sua estrutura tipológica e o seu funcionamento ecológico. Neste contexto e considerando os requisitos legais da DQA, analisaram-se os desvios ecológicos entre ribeiras naturais (o menos perturbadas possível), ribeiras intervencionadas (limpeza e reperfilamento) e ribeiras não intervencionadas (integradas em perímetros de rega, mas que não foram alvo de limpeza e reperfilamento), do tipo pequeno e grande, de modo a estudar o funcionamento ecológico e estabelecer condições de referência no sentido de direcionar as condições de restauro para leitos intervencionados. A medição dos desvios



ecológicos entre ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas, foi efetuada através de amostragens a variáveis de estrutura da vegetação, de alteração ripária e de estrutura morfológica. As variáveis de natureza discreta foram alvo de categorização. Procedeu-se à análise exploratória dos dados amostrados, e à análise comparativa e de variabilidade, para ribeiras do tipo pequeno e do tipo grande.



## CAPITULO II

### 2 TIPOLOGIA ECOLÓGICA DE RIBEIRAS AGRÍCOLAS ALENTEJANAS

#### 2.1 ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

A União Europeia redirecionou recentemente a sua política da água no sentido de uma gestão integrada das massas de água através da adoção de nova legislação, a Diretiva Quadro da Água (DQA) [Comissão Europeia (2000)]. A DQA requer que os Estados-Membros da União Europeia (EU) avaliem, monitorizem e, quando necessário, melhorem o estado de qualidade ecológica das suas águas. Este instrumento legislativo é marcante, pois procura atingir, pelo menos, o “Bom Estado Ecológico” para todas as águas superficiais em 2015 e, pela primeira vez, reconhece a importância do biota aquático na determinação da qualidade das águas doces e marinhas costeiras (Logan & Furse, 2002; Sweeting, 2001).

Quando se faz monitorização em sistemas fluviais é medida por comparação a qualidade ecológica de troços de ribeiras com diferentes graus de perturbação com troços de ribeiras de locais prístinos ou menos perturbados (ou locais de referência). No entanto, esta medida só faz sentido quando comparamos ecossistemas com a mesma tipologia, uma vez que tipologias diferentes apresentam estrutura ambiental e comunidades diferentes e, por consequência, não são comparáveis. Neste contexto, para compreender a qualidade ecológica das ribeiras intervencionadas (antes e depois da requalificação) é necessário perceber que variações tipológicas elas apresentam. Variações tipológicas indicam diferente funcionamento, e portanto, diferentes respostas à perturbação.

Esta é também a metodologia de avaliação do estado ecológico preconizada pela DQA - Diretiva 2000/60/CE, que implica a prévia definição da tipologia, uma vez que a comparação só é lícita para o mesmo tipo de massas de água. Contudo, nos casos em que a bacia hidrográfica se encontra marcadamente afetada por pressões antropogénicas intensas, como é o caso de ribeiras intervencionadas e localizadas em áreas agrícolas, e onde os locais de referência estão virtualmente ausentes, este procedimento é dúbio. Segundo Reynoldson *et al.*, (1997) podem-se estabelecer alguns locais de referência tendo em atenção as opiniões de profissionais experientes evitando, desse modo, a necessidade de fazer comparações com locais de controlo específicos. No entanto, se não existirem locais de referência, o que é comum em áreas altamente urbanizadas ou em regiões marcadamente agrícolas, as condições de referência podem ser selecionadas a partir de um conjunto de locais que se verifique estarem ecologicamente menos perturbados. Esta abordagem foi

desenvolvida, por exemplo por Karr *et al.*, (1986) para o Índice de Integridade Biótica (IBI). Segundo Chovanec *et al.*, (2000), as condições de referência podem também ser teoricamente construídas através da combinação de dados históricos (por exemplo, mapas antigos ou registos biológicos anteriores à perturbação humana) e por modelação.

O uso de uma tipologia para classificar rios/ribeiras é hoje aceite como parte integrante da avaliação ecológica (Hering *et al.*, 2004; Wright *et al.*, 1999). A comparação das condições verificadas num dado local com as correspondentes a um local de referência, pertencente ao mesmo tipo de ribeira, permite uma avaliação que tem em conta a especificidade de cada tipo. No âmbito da DQA, todas as ribeiras dos perímetros de rega dos subsistemas em estudo encaixam-se no tipo S1, ou seja ribeiras de pequena dimensão, com área de drenagem ou de bacia hidrográfica inferior a 100 km<sup>2</sup>. No entanto, esta tipologia foi realizada a nível nacional e portanto a uma escala pouco resolutive. Para o delineamento experimental do capítulo e subsequentes, é desejável observar os padrões fluviais de uma forma mais detalhada.

A agregação dos corredores fluviais em tipos permite a previsibilidade da relação entre os fatores bióticos e abióticos que afetam a dinâmica da comunidade e limitam a sua distribuição geográfica e em consequência não só avaliar a sua qualidade (pelo desvio entre o que está e o que deveria estar) mas também a definição da requalificação adequada a fazer.

O biota aquático encontra-se, segundo as orientações da DQA, na primeira linha da avaliação da qualidade ambiental na Europa. Neste contexto, a DQA reconhece a importância das condicionantes biogeográficas do padrão de distribuição das espécies, no estabelecimento de objetivos para esse mesmo biota e.g. Illies (1978).

O desenvolvimento das comunidades atinge o máximo de naturalidade em locais não perturbados (Karr & Chu, 1999) e é comumente aceite que as perturbações de origem humana afetam o ecossistema fluvial de uma forma que torna as comunidades menos diversas, assim, o uso de tipos demonstra a sua utilidade prática na avaliação ao definir grupos de rios comparáveis. Nesta ótica e, no âmbito de ribeiras que foram sujeitas a intervenções de requalificação a utilização de tipos de ribeiras é uma ferramenta indispensável para a avaliação do funcionamento ecológico entre tipos de ribeiras. Finalmente, assumindo que tipos fluviais semelhantes se comportam de forma idêntica e têm as mesmas respostas à pressão, a existência de tipos permite igualmente a configuração de um sistema de amostragem representativo.

A requalificação fluvial tem uma importância acrescida no momento, já que a Diretiva Quadro da Água obriga a que os ecossistemas aquáticos atinjam no futuro o “bom” estado ecológico, o qual

depende não só da qualidade da água, mas também do funcionamento do ecossistema em causa, de modo a aproximar-se da situação prévia à perturbação (ou de referência). Esta responsabilidade de conduzir o sistema para o bom estado recai sobre o utente e o proprietário do terreno onde a ribeira está inserida, ou seja, o agricultor e o gestor de perímetro, pelo que o investimento em requalificação deveria ter em conta o grau de naturalidade da ribeira e a sua qualidade ecológica final.

No caso das ribeiras em estudo, localizadas na zona mediterrânica com um clima único e onde os padrões associados ao caudal são variáveis, quer sazonalmente quer inter-anualmente (Gasith & Resh, 1999), deve ter-se em conta o fator variabilidade hidrológica, com influência nas características ecológicas e também nas comunidades piscícolas (Ilhéu, 2004; Bernardo *et al.*, 2003). Nesta ótica, a previsibilidade da relação entre o biota do rio e os fatores ambientais que afetam a dinâmica da comunidade e limitam a sua distribuição geográfica deve ser tida em consideração para o desenvolvimento de uma tipologia de rios.

O presente capítulo relativo à “Tipologia ecológica de ribeiras Agrícolas” tem por intuito a definição de tipos ecológicos presentes em ribeiras requalificadas. Essencialmente pretende-se perceber se existiam variações tipológicas significativas dentro do S1 e, no caso de existirem, separar os corredores fluviais em cada grupo distinto.

A definição da tipologia de ribeiras para cada um dos subsistemas permite, assim, identificar o mesmo tipo de relações causa-efeito nos grupos de ribeiras do mesmo tipo, ou seja, ribeiras do mesmo tipo apresentam comportamento semelhante em termos de funcionamento e estrutura ecológica e logo o mesmo tipo de resposta às diferentes pressões humanas.

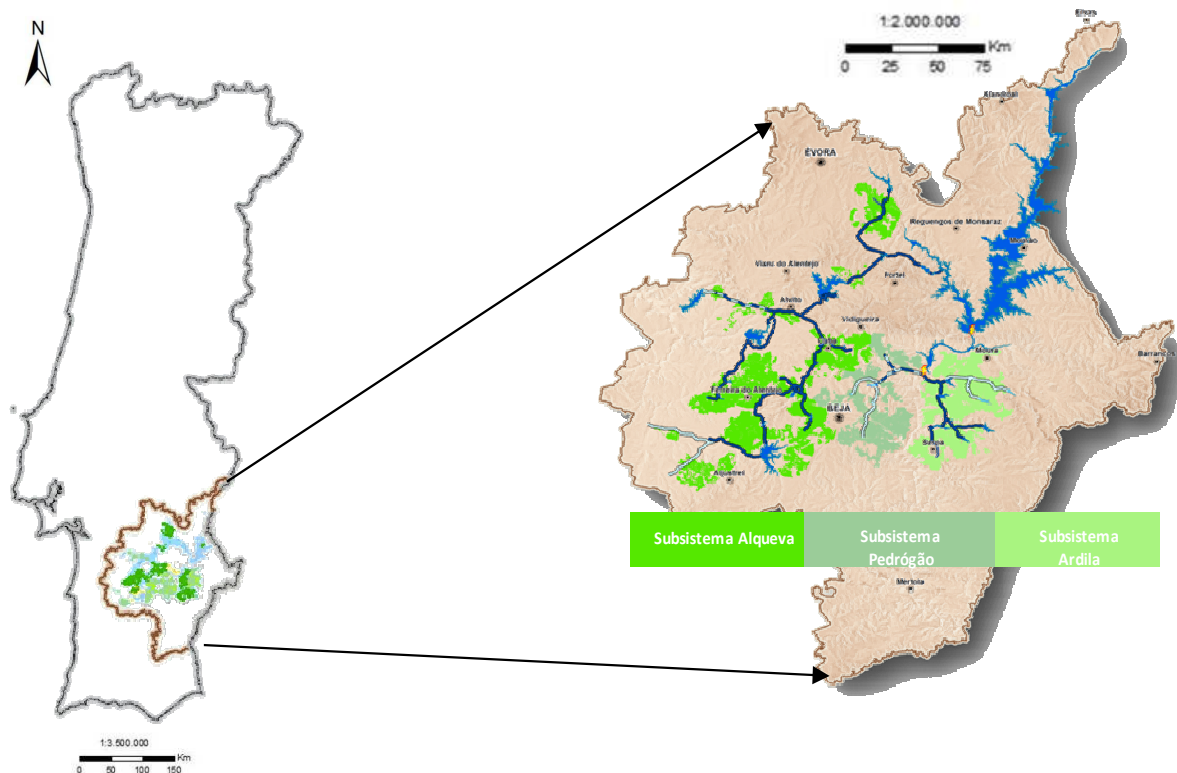
O objetivo da definição de tipologias é permitir que sejam corretamente estabelecidas as condições de referência (bióticas e abióticas) e que sejam comparáveis as classificações de estado ecológico dentro de cada grupo de ribeiras com características semelhantes. Deste modo, assegura-se que as alterações verificadas nos elementos de qualidade são o reflexo da atividade humana (pressão) e não o resultado de alterações naturais nos ecossistemas.

Definidos os tipos de ribeiras, é assim possível comparar as classificações do estado ecológico dentro de cada grupo de ribeiras com características semelhantes e permite que sejam corretamente definidas as condições de referência. A definição das condições de referência por tipo de ribeiras é muito importante, uma vez que no caso de programas de monitorização estas constituem a base do sistema de classificação e permitem a comparação com resultados obtidos nestes programas.

Os tipos de ribeiras, de acordo com a Diretiva Quadro de Água, constituem teoricamente massas de água com características geográficas e hidrológicas relativamente homogêneas, a utilizar na determinação das condições ecológicas, com o objetivo de classificar o estado ecológico, permitindo a medição de desvios entre as situações alteradas e as de referência do tipo, ou seja, dentro de cada grupo de rios com características semelhantes.

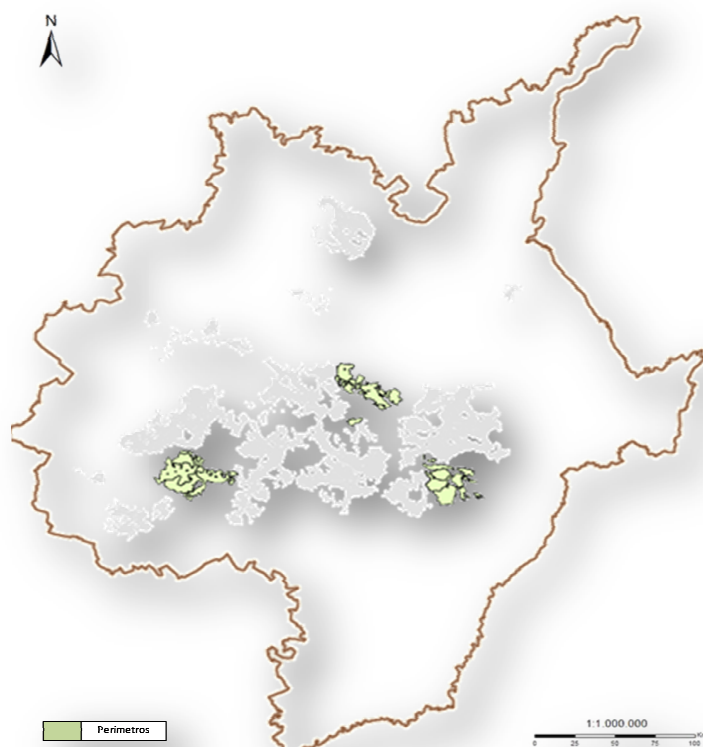
## 2.2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

As ribeiras da área em estudo localizam-se na região do Baixo Alentejo, na área do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) nos subsistemas de Alqueva, Ardila e Pedrogão (vd. Figura 2.1).



**Figura 2.1 – Enquadramento geográfico do EFMA e subsistemas Alqueva, Pedrogão e Ardila**

Na área do EFMA selecionaram-se 3 perímetros de rega, identificados na figura 2.2 e localizados nos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila.



**Figura 2.2** – Localização das áreas dos perímetros em estudo nos Subsistemas do EFMA

Em termos gerais, pode afirmar-se que o clima tem uma classificação de Koppen do tipo Csa (Peel, M.; Finlayson, B; McMahon, T., 2007). Trata-se de um clima temperado (mesotérmico) com Inverno chuvoso e verão seco (Cs) sendo do tipo (a) com verão quente pois a temperatura média do ar no mês mais quente é superior a 22°C. De acordo com a classificação de Thornthwaite o clima é mesotérmico moderadamente baixo (B's) na maioria das bacias hidrográficas do Guadiana e Sado (Plano de Bacia hidrográfica do Guadiana e Plano de Bacia Hidrográfica do Sado). A temperatura, pode repartir-se num período mais quente, de Maio a Outubro, e num período mais frio, de Novembro a Abril. Relativamente à precipitação mensal ao longo do ano é muito irregular, variando de quase nula em Julho e Agosto até 29 % (no caso da bacia hidrográfica do Guadiana) até 40 % (no caso da bacia hidrográfica do Sado) da precipitação média anual nos meses mais chuvosos, de Dezembro a Janeiro.

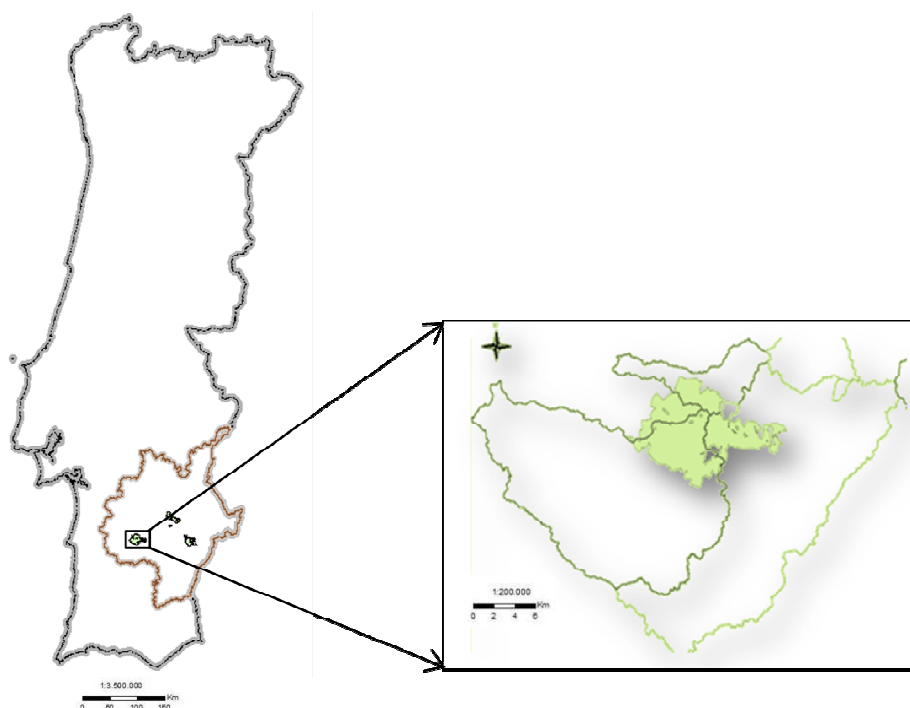
Para melhor caracterizar cada uma das áreas dos Perímetros de Rega, procede-se de seguida ao enquadramento geográfico e caracterização dos descritores ambientais mais relevantes: clima, hidrologia, geologia e geomorfologia, usos do solo e unidades biogeográficas.

### 2.2.1 PERÍMETRO DE REGA LOCALIZADO NO SUBSISTEMA ALQUEVA

No subsistema do Alqueva selecionou-se um perímetro de rega – Bloco de rega de Ervidel (adiante designado por perímetro de rega do subsistema Alqueva – Alq). Este perímetro localiza-se na região do Baixo Alentejo, no distrito de Beja, encontra-se abrangido pelos concelhos de Aljustrel (freguesias de Aljustrel e Alqueva), Ferreira do Alentejo (freguesia de Ferreira do Alentejo) e Beja (freguesias de Santa Vitória e Mombeja).

Este perímetro de rega desenvolve-se na bacia hidrográfica do rio Sado, mais especificamente nas bacias das ribeiras da Figueira e do Roxo, ambas afluentes da margem direita do rio Sado. No primeiro caso, da ribeira da Figueira, a área do perímetro de rega localiza-se exclusivamente na área drenante da ribeira de Canhestros, afluente da margem esquerda da ribeira da Figueira. Em termos percentuais esta ocupação representa cerca de 18% da área drenante da ribeira de Canhestros mas apenas 5% da área drenante total da ribeira da Figueira.

A figura 2.3 ilustra o enquadramento geográfico da área e das bacias hidrográficas com maior expressão na área do perímetro de rega do subsistema Alqueva.



**Figura 2.3** - Localização do perímetro de rega do Alqueva

De salientar que algumas das ribeiras (área de bacia hidrográfica superior a 10 km<sup>2</sup>) que integram a área do perímetro de rega encontram-se identificadas como massas de água, no âmbito da categoria rios do Sul de pequena dimensão (S1≤100 Km<sup>2</sup>), definidas pelo Plano de Bacia Hidrográfica do Sado, instrumento de gestão no âmbito da Diretiva Quadro de Água.



Relativamente ao clima da zona em estudo, trata-se de um clima mediterrânico, caracterizado por possuir duas estações mais vincadas, uma quente e seca, decorrendo o período seco de um modo geral entre Junho e Setembro e outra fria e húmida, em que o período chuvoso se estende de um modo geral de Outubro a Maio.

Do ponto de vista geológico, neste perímetro ocorre uma grande variedade de formações, de idades paleozóica e cenozóica, não se encontrando a mesozóica representada na zona em estudo (SGP, 1989). De referir ainda, a ocorrência de depósitos aluvionares modernos (aluviões e terraços fluviais) associados à ribeira de Canhestros. Em termos de mineralização a região caracteriza-se por ser uma zona considerada média a elevada mineralização (INAG, 2008).

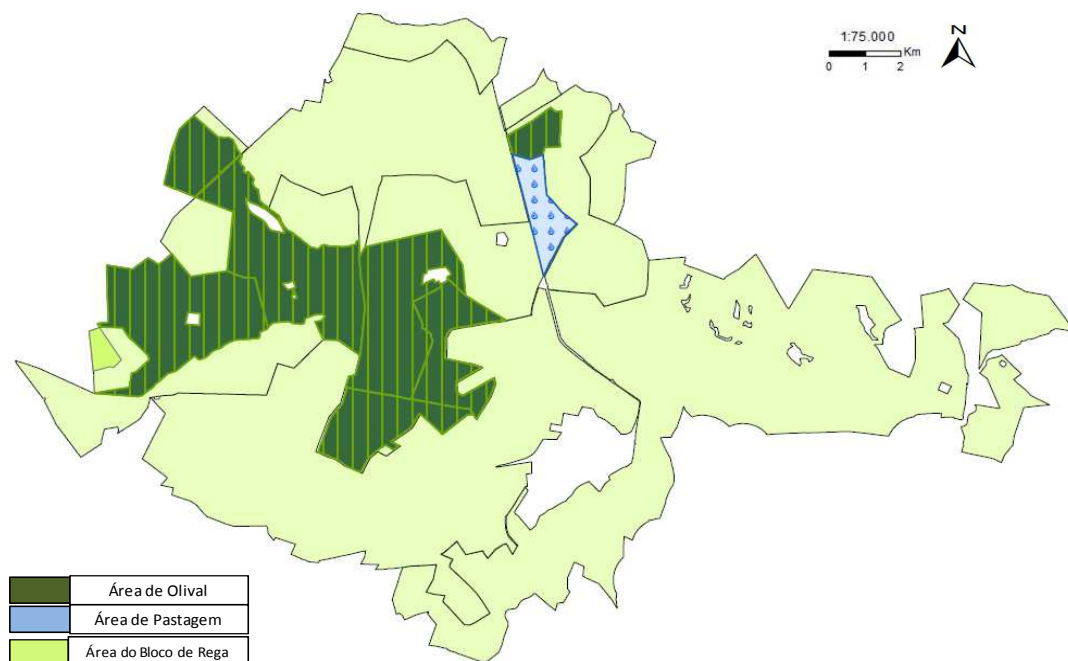
No que à hidrogeologia diz respeito, a área do perímetro de rega apresenta reduzida importância deste ponto de vista, inserindo-se no Sector Pouco Produtivo das Rochas Metamórficas da Zona Sul Portuguesa, onde a circulação da água ocorre por fissuras, que muitas vezes se encontram colmatadas por material argiloso resultante da alteração do maciço rochoso (PGRHSado, 2012).

Morfológicamente ou do ponto de vista geológico e geomorfológico, a área do Perímetro de Rega enquadra-se na Peneplanície Alentejana (Prosistemas, 2010) a qual apresenta um relevo ondulado suave onde os vales são abertos e as colinas suaves, com uma rede de drenagem de padrão detrítico típico da bacia do Sado, traçado meandriforme e com alguma densidade, dominada por diversas ribeiras e sem a presença de elementos geológicos relevantes tais como grutas, escarpas ou afloramentos rochosos de grandes dimensões (SGP, 1989).

Em termos altimétricos, a área localiza-se numa região com variações altimétricas, entre os 105 m, a Norte da área de estudo, e 210 m, junto à povoação de Ervidel (Prosistemas, 2010).

No que concerne aos solos e usos do solo, constata-se que a área do perímetro de rega é utilizada para fins agrícolas. Trata-se de uma zona em que predominam os solos com boa aptidão agrícola (IHERA, 2003).

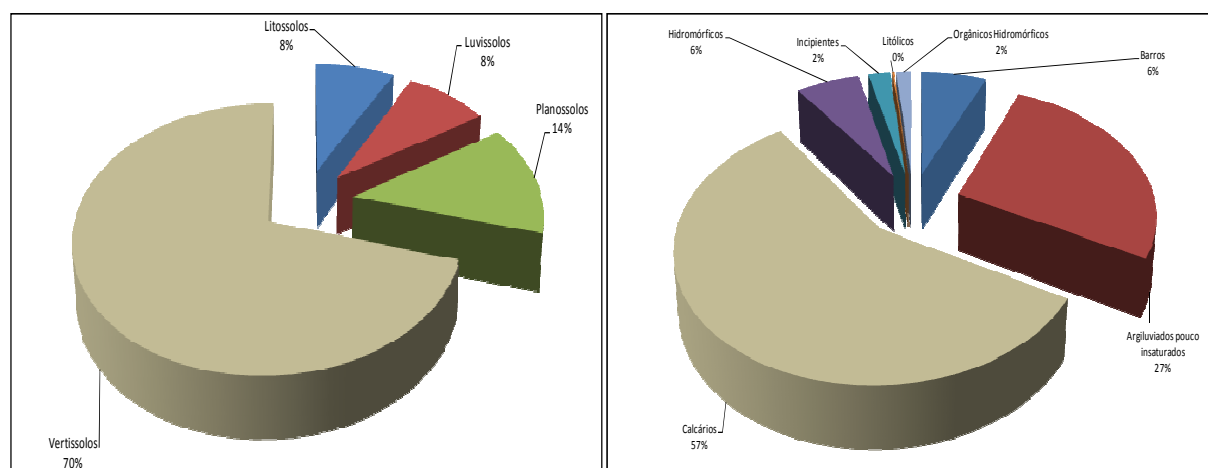
No que aos usos do solo diz respeito, parte da área do perímetro de rega é ocupada por culturas anuais de sequeiro, seguida de olivais de regadio e de sequeiro. Dentro das grandes classes de espaço acima referidas subsistem algumas manchas com culturas anuais de regadio como milho e girassol, bem como algumas manchas de montado. Atualmente a área é ocupada sobretudo por culturas permanentes de regadio (olival), como se pode exemplificar na figura 2.4.



**Figura 2.4** – Ocupação cultural da área do Estudo (EDIA, 2012/2013)

Segundo a classificação de solos da FAO (vd. figura 2.5) para a escala 1:1 000 000, as principais unidades pedológicas presentes na área em estudo são os Vertissolos (ocupando 77,3% da área), os Planossolos, os Luvissolos e os Litossolos.

A representatividade dos solos presentes na área em estudo, de acordo com o Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário (SROA), apresenta-se na figura 2.5.



**Figura 2.5** - Percentagem das unidades pedológicas e representatividade dos solos presentes na área em estudo (Ordens, SROA)

A área beneficiada pelo perímetro de rega apresenta a maior parte da área, cerca de 90 %, com riscos de erosão de baixo a médio (de acordo com a representatividade das classes de risco de erosão dos solos na área de estudo). Todavia aconselha-se o emprego de boas práticas agrícolas nas

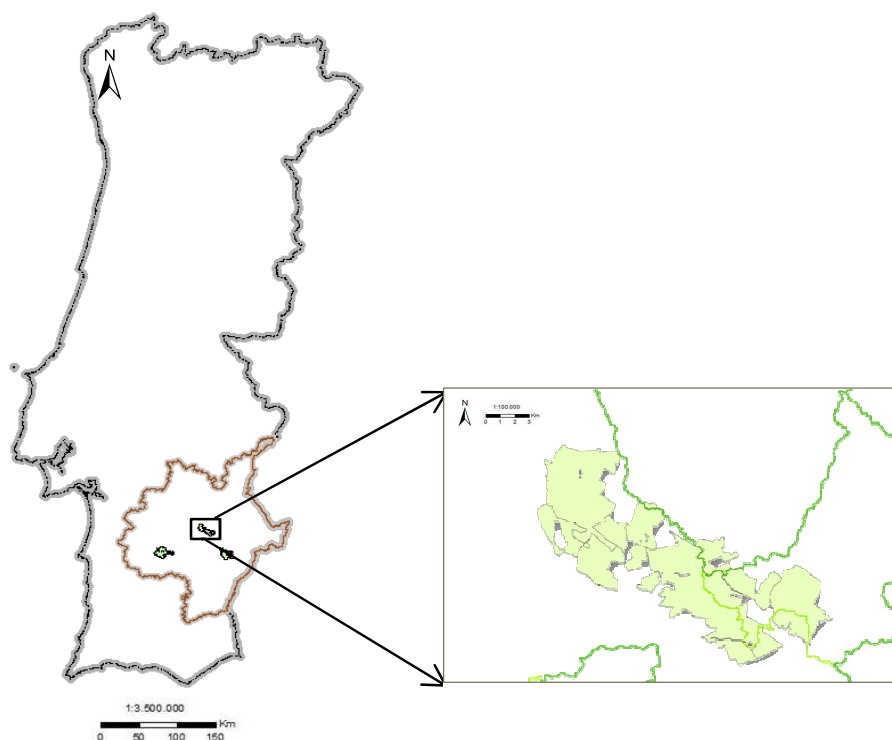
zonas de declive mais acentuado e cujas culturas apresentem técnicas culturais mais conservativas (como é o caso de culturas anuais), do ponto de vista da conservação do solo (Prosistemas, 2010).

De referir, no âmbito de infraestruturas de armazenamento de água presentes no perímetro de rega, o fato de alguns dos pontos de água existentes se localizarem ao longo das ribeiras, sendo utilizadas para regar terrenos por meio de rega (pivot e gota-a-gota).

Como fontes poluidoras pontuais, apenas há a referenciar, na periferia do perímetro, a existência de duas ETAR's, a ETAR de Ervidel, que descarrega os seus efluentes para um pequeno afluente da albufeira do Roxo, enquanto a ETAR de Sta. Vitória, com tratamento por lagunagem, descarrega os seus efluentes para a ribeira de Santa Vitória, também afluente da albufeira do Roxo. As fontes poluidoras difusas representam a principal contribuição para as cargas de azoto e fósforo, situação que fica reforçada com a implementação de práticas agrícolas mais intensivas (Prosistemas, 2010).

### **2.2.2 PERÍMETRO DE REGA LOCALIZADO NO SUBSISTEMA PEDROGÃO**

No subsistema do Pedrogão (vd. figura 2.6) selecionou-se um perímetro (bloco de rega do Pedrogão, adiante designado por perímetro de rega do subsistema Pedrogão-Ped). O perímetro em questão localiza-se na margem direita do Rio Guadiana, insere-se administrativamente no distrito de Beja e abrange os concelhos de Vidigueira (freguesias de Vidigueira, Pedrogão, Selmes) e Beja (freguesia de Baleizão) e na bacia hidrográfica do rio Guadiana, mais precisamente na margem direita junto à povoação de Pedrogão.



**Figura 2.6** – Enquadramento do perímetro de rega do subsistema de Pedrogão

No que respeita à área de bacia hidrográfica, a área é drenada pela bacia do Rio Guadiana.

A área do perímetro de rega encontra-se limitada a Norte pelo barranco do Vale da Serra e a Sul pelo rio Torto. As principais ribeiras presentes na área do perímetro em estudo são as seguintes: Rio Guadiana; Rio Torto; Ribeira de Odearce; Ribeira de São Pedro; Barranco de Cabrita; Ribeira de Selmes; Barranco de Alcaria; Barranco das Boiças; Barranco de Vale das Mulheres; Barranco do Boieiro Barranco da Casa Branca; Barranco da Fareleira e Barranco do Zambujeirinho.

Em termos de caracterização climática, trata-se de um clima mediterrânico. As temperaturas apresentam um aumento gradual até Julho/Agosto, altura em que se verificam os valores mais elevados (32,3 °C de temperatura média máxima), descendo posteriormente até Dezembro (onde a temperatura média mínima é de 5,7 °C). No que concerne à precipitação e, face aos valores anuais de precipitação, o clima na região é do tipo moderadamente chuvoso (500 mm < P < 1 000 mm). Em termos climáticos a região, segundo a classificação de Thornthwaite, caracteriza-se por clima sub-húmido seco, mesotérmico com regimes de precipitação diferentes em todas as estações do ano (Aqualogus, 2010).

No que se refere à litologia, esta zona é de natureza essencialmente siliciosa, apresentando, no entanto, algumas manchas de natureza calcária (INAG, 2008).

Apresenta grau de mineralização intermédio, mas no seu limite Norte apresenta baixo grau de mineralização, existindo, ainda algumas manchas de elevada mineralização (INAG, 2008).

O quadro geológico (ERHSA, 2002) da área do perímetro de rega descreve-se da seguinte forma: sector geomorfológico associado à bacia hidrográfica da ribeira de Marmelar (maior parte constituído por sedimentos terciários e quaternários continentais, sendo que os sedimentos meso-cenozóicos referidos assentam sobre formações do maciço antigo, compostas por rochas ígneas e metamórficas e afloram neste sector, sobretudo, a cotas mais elevadas) e sector geomorfológico associado à bacia hidrográfica da ribeira de Odearce (mosaico complexo de formações do Maciço Antigo, onde estão representadas formações datadas de períodos estratigráficos distintos, desde o Precâmbrico ao Devónico, sendo estas formações, constituídas por rochas ígneas e rochas metassedimentares).

Em termos gerais, geomorfologicamente a área faz parte da planura do Baixo Alentejo. Localiza-se um pouco a sul da expressiva escarpa da Falha da Vidigueira, de orientação W-E com ligeira deriva para os quadrantes NW e SE, responsável pelo abatimento daquela planura relativamente à característica região alentejana do Alto Alentejo, tornando a planura baixo-alentejana a mais baixa planalto do território continental português e, conseqüentemente, o menos dissecado pela erosão hídrica, exceto no que respeita ao encaixe do Guadiana e, menos pronunciadamente, da ribeira de Odearce (ERHSA, 2002).

A nível geotécnico, o subsistema de rega do Pedrógão na margem direita do rio Guadiana localiza-se, em termos estruturais, na designada Zona de Ossa Morena (ZOM - ocorrência de rochas ígneas e metamórficas de baixa produtividade geral), a Sul do contacto desta com os sectores pouco produtivos da Zona Centro Ibérica (ZCI) e a Norte do contacto com a Zona Sul Portuguesa (ZSP). A Oeste sobrepõem-se às litologias típicas da ZOM as formações terciárias das bacias dos rios Tejo e Sado (ERHSA, 2002).

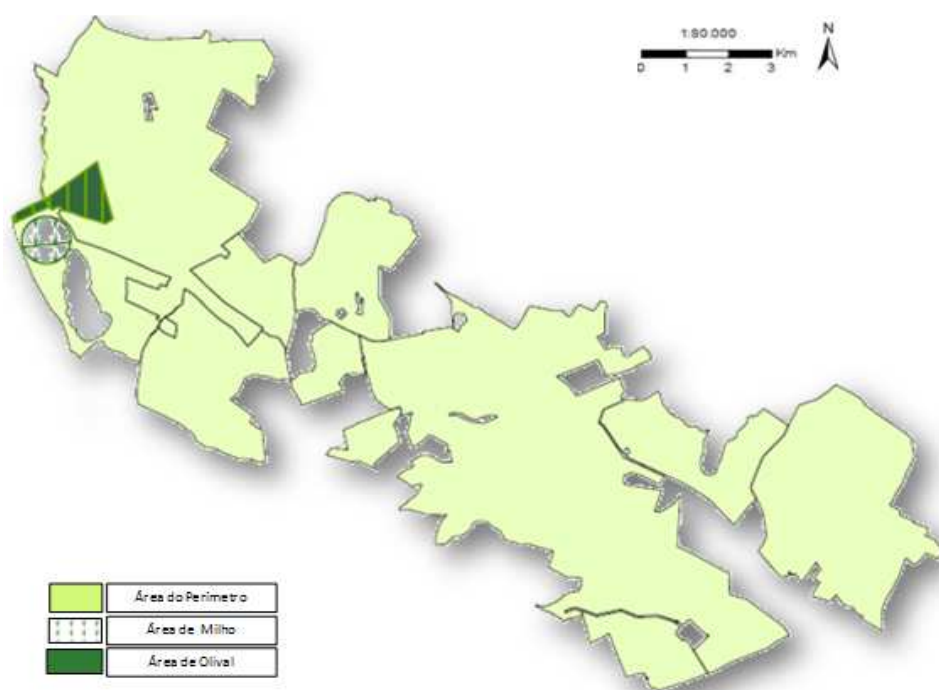
Na generalidade, a área do perímetro apresenta solos adequados ao regadio, sem grandes problemas de erosão ou de alcalinização/salinização.

Este perímetro de rega apresenta características essencialmente agrícolas, sendo dominada, no que concerne aos usos do solo, por grandes extensões de olival de regadio, na sua porção mais a sul, possuindo também um mosaico mais diverso noutras áreas do perímetro, onde surgem áreas consideráveis de culturas anuais de sequeiro, olivais (quer de sequeiro quer regados), vinhas e alguns *pivots*. Ocorrem ainda povoamentos florestais (essencialmente de pinheiro manso) e áreas razoavelmente extensas de montado de azinho. Em termos percentuais a área é dominada

principalmente por culturas anuais de sequeiro, seguindo-se os olivais de regadio. Os olivais de sequeiro, montado e a vinha também assumem alguma relevância na área do perímetro.

Na área de estudo existe também um número muito considerável de “pontos de água”, essencialmente correspondendo a albufeiras, “charcas” e poços, particulares, utilizados principalmente para a agricultura.

Na área do perímetro de rega do Pedrogão apenas se encontra numa pequena área com culturas permanentes de regadio (Olivai intensivo) e por culturas anuais (Milho) (vd. figura 2.7).



**Figura 2.7** – Ocupação cultural (2014) do perímetro de rega do subsistema Pedrogão (EDIA, 2014)

Em termos de solos predominam os Solos Mediterrâneos Pardos, Vermelhos ou Amarelos, ocupando cerca de 51% da área do perímetro. Seguem-se como mais representativos os agrupamentos correspondentes aos Solos Calcários Pardos ou Vermelhos e os Barros Pretos ou Castanho-Avermelhados. Estes três agrupamentos constituem a maioria dos solos a beneficiar (Aqualogus, 2010).

Os solos são na sua maioria xistosos com exceção dos chamados “barros de Beja” que são solos vérticos com origem em rochas máficas (dioritos, glabros, andesitos e basaltos).

Na área de estudo referente aos concelhos de Vidigueira e Beja não existem atividades industriais de relevo, com a exceção de actividades agropecuárias como explorações de gado bovino e ovino em regime extensivo, pelo que as fontes poluidoras de origem industrial não têm expressão.

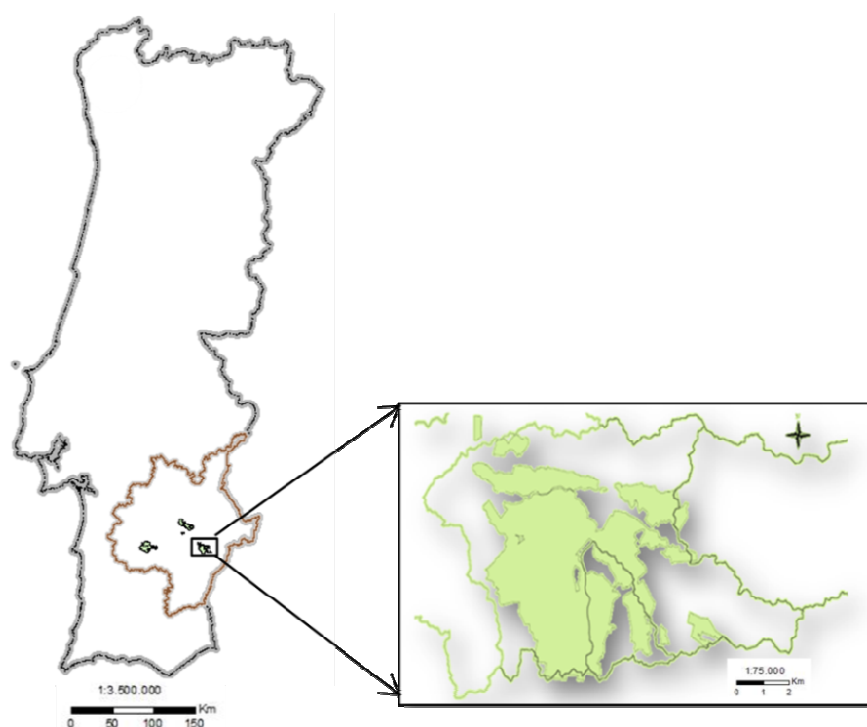
No que concerne às fontes de origem doméstica, refira-se que os principais aglomerados populacionais na área do projeto (Pedrógão e Selmes) dispõem de rede de drenagem e de estação de tratamento das suas águas residuais (ETAR com tratamento primário), as quais drenam para a bacia hidrográfica do rio Guadiana a jusante da barragem de Alqueva.

Destaca-se também o facto de na área de projeto existirem quintas e herdades que possuem, na sua maioria, fossas sépticas individuais, as quais poderão constituir pequenos focos de contaminação hídrica. Por outro lado, os sistemas de abastecimento de água existentes na área do projeto são autónomos, constituídos por captação (do tipo poço, poço com drenos e furo), Estação de Tratamento de Água (ETA), com tratamento primário (cloragem), reservatório e rede de distribuição.

Os impactes mais relevantes associados a fontes de poluição difusa relacionam-se com a contaminação de águas superficiais com poluição difusa de fósforo, azoto e outros agroquímicos associados aos sedimentos (Aqualogus, 2010).

### 2.2.3 PERÍMETRO DE REGA LOCALIZADO NO SUBSISTEMA ARDILA

O Perímetro de Rega localizado no subsistema do Ardila (vd. figura 2.8) tem a designação de Bloco de Rega Ardila (adiante designado apenas por perímetro de rega do subsistema Ardila- Ard), localiza-se no concelho de Serpa – freguesias de Brinches, Santa Maria e Salvador. Em termos hidrológicos, este perímetro de rega localiza-se na bacia hidrográfica do rio Guadiana.



**Figura 2.8** - Enquadramento e localização do perímetro de rega do subsistema Ardila

Em relação ao clima, o mesmo é mediterrânico, com duas estações evidentes – uma estação quente e seca e uma estação fria e húmida. O clima desta região apresenta assim temperaturas elevadas e fraca humidade, com ventos fracos a moderados e uma elevada insolação e evaporação, podendo neste contexto, o clima classificar-se como semiárido a sub-húmido (PGBHGuadiana, 2012).

O perímetro de rega do subsistema Ardila enquadra-se geologicamente na unidade morfo estrutural mais antiga do território português – o maciço Antigo ou Hespérico, e mais concretamente na transição da Zona de Ossa Morena com a Zona Sul Portuguesa, duas das principais unidades geotectónicas em que se subdivide o Maciço Hespérico (ERHSA, 2002). A quase totalidade da área a regar situa-se em termos de mineralização, sobre rochas metamórficas (xistos, micaxistos, vulcanitos e mármore) e ígneas (gabro-dioritos, pórfiros, granitos e vulcanitos), de idade pré-câmbrica a paleozóica. Esta área integra a unidade geomorfológica Peneplanície Alentejana – uma zona aplanada extensa, pontualmente com suaves elevações. Na área de estudo existem várias falhas e lineamentos, nomeadamente a falha de Ferreira-Ficalho (localizada no limite Sul da área de intervenção). A área do perímetro caracteriza-se por apresentar uma mineralização considerada média resultante de rochas básicas e metamórficas (INAG, 2008).

Em termos orográficos são evidentes duas grandes unidades: o planalto em torno da barragem da Laje e as zonas marginais da ribeira do Enxoé. Este perímetro de rega desenvolve-se maioritariamente na margem esquerda da ribeira do Enxoé, e apresenta, ao nível de relevo declives muito suaves, da ordem dos 0,9 % (Nemus, 2008).

Em termos de caracterização hidrogeológica, o perímetro de rega do Ardila sobrepõe-se parcialmente a um sistema aquífero de importância regional – os Gabros de Beja, na parte sudeste do Perímetro, estando o resto do projeto integrado numa área com menor interesse hidrogeológico - o Sector Pouco Produtivo das Rochas Ígneas e Metamórficas da Zona de Ossa Morena (ERHSA, 2002).

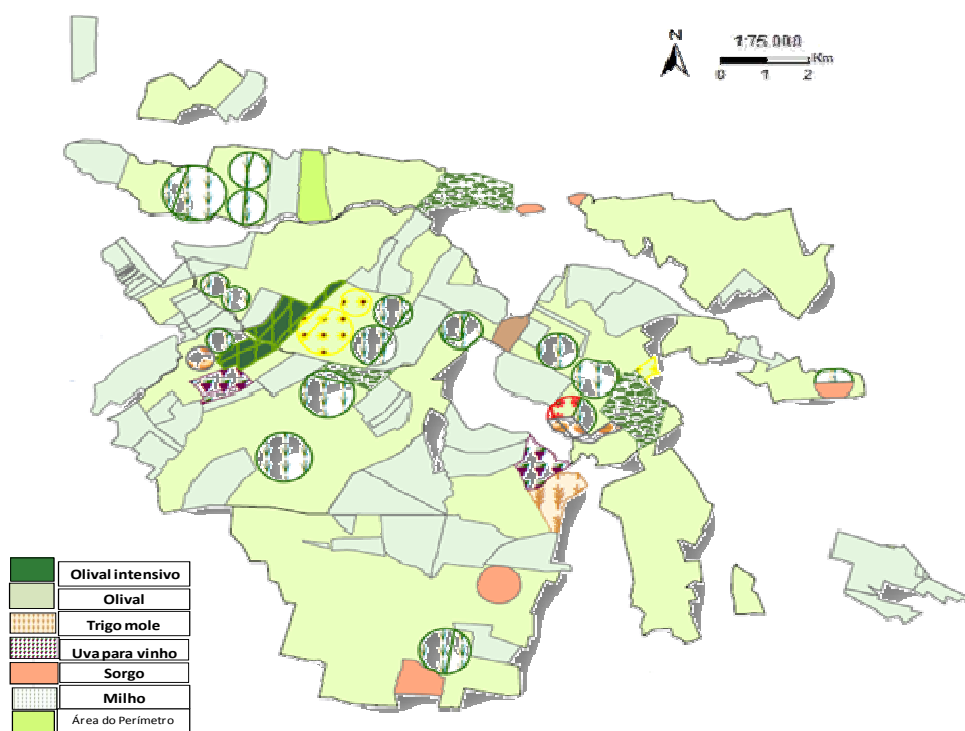
A área de estudo integra-se numa paisagem caracterizada por zonas aplanadas e onduladas, tendo menor expressão, mais ainda representatividade as encostas declivosas.

Em termos de uso do solo, o carácter da área de estudo é dominado pela paisagem agrícola anual (principalmente associada a culturas de sequeiro), seguida da paisagem agrícola permanente (principalmente representada pelo olival. Na generalidade pode afirmar-se que a paisagem caracteriza-se por zonas aplanadas e onduladas, subunidades galerias ripícolas e paisagem agrícola anual. Em segundo plano, caracteriza-se pela subunidade paisagem agrícola permanente.



No que aos usos dos solos diz respeito, o mosaico de habitats na situação antes da implementação do projeto caracterizava-se pelo domínio de culturas anuais de sequeiro e por culturas permanentes, tal como o olival. De todos os habitats presentes, os montados de sobro e azinho são os mais relevantes em termos ecológicos, no entanto são praticamente ausentes na área.

Atualmente, em termos de ocupação cultural do solo, a área do perímetro é maioritariamente ocupada por culturas permanentes, como olival e vinha, seguindo-se as culturas anuais (vd. figura 2.9).



**Figura 2.9** - Ocupação cultural do perímetro de rega do Ardila (EDIA, 2014)

No perímetro os solos mais abundantes são os barros, para-barros e aluviões, seguindo-se os solos calcários. Ainda representativos são também os solos mediterrâneos não calcários (Nemus, 2008).

A área do perímetro não apresenta problemas graves de risco de erosão. Na maioria da área a regar os solos não apresentam riscos relevantes de virem a sofrer salinização ou alcalização, no entanto numa parte da área salienta-se alguns riscos de alcalização dos solos, dependendo da qualidade da água de rega e das práticas agrícolas aplicadas (Nemus, 2008).

Em relação à aptidão dos solos para o regadio, grande parte da área apresenta aptidão para a prática do regadio, embora com rendimentos variáveis, de acordo com o tipo de solo.

No que diz respeito às fontes de poluição, nomeadamente a produção e gestão de resíduos, o concelho de Serpa apresenta um índice de recolha de resíduos sólidos elevados, embora uma baixa

taxa de recolha seletiva. Os resíduos predominantes são os de origem doméstica e agrícola. Ao nível dos efluentes líquidos, o concelho de Serpa apresenta um baixo índice de tratamento, com apenas 47% de população servida com ETAR em funcionamento. Este facto tem consequências, por exemplo, na qualidade da água da ribeira do Enxoé.

### **2.3 BENEFICIAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM DE RIBEIRAS AGRÍCOLAS ALENTEJANAS**

A beneficiação da rede de drenagem de ribeiras localizadas em áreas agrícolas, visa possibilitar o escoamento mais eficiente das águas superficiais provenientes da precipitação, bem como das águas resultantes de escorrência das áreas regadas. A beneficiação das ribeiras não tem em conta aspetos físico-químicos e de qualidade da água, nem aspetos ecológicos funcionais.

As bacias de drenagem formam-se através dos desníveis dos terrenos que orientam os cursos de água, sempre de áreas mais elevadas para as mais baixas evidenciando a hierarquização dos rios/ribeiras, isto é, a sua organização natural - nascentes, divisores de águas, cursos de águas principais (afluentes, ou rios de maior porte) e secundários (subafluentes), bem como a sua localização (litoral ou interior).

Importa salientar que a rede de drenagem coincide com a rede hidrográfica (ribeiras) e ecossistemas associados, pelo que interessa não descurar a vertente ecológica destes corredores fluviais, com papel fundamental na biodiversidade e gestão sustentável da água.

Por forma a melhorar a capacidade de vazão e garantir a função hidráulica de ribeiras agrícolas localizadas em áreas de regadio, é realizado o dimensionamento hidráulico de todo o sistema, que se traduz em intervenções de requalificação. Este tipo de operações altera a morfologia das ribeiras, interferindo, deste, modo com o funcionamento ecológico do ecossistema ribeirinho e proporcionando condições favoráveis à ocorrência de espécies invasoras.

De salientar que, no âmbito de um projeto de beneficiação de rede de drenagem e para uma avaliação eficaz das condições de drenagem de um determinado perímetro de rega a beneficiar, é necessário avaliar as características pedológicas e fisiográficas da área em estudo. Nesta abordagem, distinguem-se duas componentes essenciais: drenagem externa e drenagem interna, sendo que a primeira relaciona-se com a capacidade que uma mancha de solo apresenta de escoar os excessos de água superficiais com maior ou menor rapidez e depende das características fisiográficas do meio, enquanto a segunda (drenagem interna), relaciona-se com o comportamento da água no interior do solo.

A conjugação dos tipos de drenagem (externa e interna) permite o estabelecimento de condições efetivas de drenagem. Na verdade, um determinado solo pode apresentar características de drenagem interna deficientes mas que conjugadas com condições favoráveis de drenagem superficial podem resultar em condições globais de drenagem aceitáveis e vice-versa.

De salientar também que associadas às intervenções nas ribeiras encontram-se nalgumas situações, um conjunto de obras de arte (de proteção contra a erosão), nomeadamente passagens hidráulicas (aquedutos a passagens a vau) e revestimentos localizados nos troços em curva, troços com declive acentuado, como sejam, na secção inicial de reperfilamento (soleira de fixação), nas confluências e nas quedas. As obras de arte são dimensionadas com o objetivo de assegurar o bom funcionamento das redes e a sua menor interferência com o trabalho agrícola. Na figura 2.10 encontra-se o exemplo de algumas obras de arte.



**Figura 2.10** - Exemplo de algumas obras de arte (EDIA, 2011)

Resumindo, as intervenções projetadas para a drenagem, por vezes minimalistas (do ponto de vista ambiental), são concebidas no sentido de assegurar: a normalização das condições de escoamento através da adequação do troço de leito às condições de transporte; a substituição de passagens hidráulicas com insuficiente capacidade de vazão para o caudal de projeto; e a proteção das margens e fixação do leito nas ribeiras.

Importa ainda referir que as intervenções nas ribeiras contemplam a integração de medidas compensatórias, pelos efeitos negativos gerados pelos projetos, que apesar de atenuados não podem ser anulados, como é o caso do aumento da poluição das linhas de água decorrente do uso de adubos e pesticidas nos terrenos envolventes.

As referidas medidas compensatórias são implementadas através de Projetos de Reabilitação de Cursos de Água que têm, como principais objetivos, os seguintes:

- o restabelecimento do equilíbrio ecológico das ribeiras intervencionadas no âmbito da beneficiação da rede de drenagem, através da implementação de ações de regeneração do

coberto vegetal, de forma a proporcionar um ecossistema capaz de substituir os ecossistemas afetados e controlar o *input* de nutrientes no meio hídrico;

- a diminuição dos impactes negativos sobre os recursos hídricos (superficiais e subterrâneos), decorrentes do aumento de nutrientes, provenientes da água de drenagem das parcelas regadas dos perímetros de rega a beneficiar;
- a obtenção de uma correta e harmoniosa inserção das valas de drenagem nos locais a intervencionar e, simultaneamente, preencher objetivos de natureza bioecológica, estética, funcional e económica;
- a minimização dos impactes visuais resultantes da introdução de novos elementos na paisagem (valas de drenagem, taludes, etc.);
- a garantia de uma correta fixação e estabilização da base e dos taludes das novas valas, evitando não só a erosão como também as situações de instabilidade que daí possam resultar;
- a mitigação de impactes a nível da flora e *habitats*, paisagem, solos e geologia, associados à construção e exploração da rede de drenagem;
- compensação de impactes pelas afetações geradas sobre os sistemas lóticos, ao potenciar a melhoria do sistema com maior capacidade de suporte da biodiversidade específica das linhas de água;
- o controlo do *input* de nutrientes no meio hídrico, estabilização das margens, atenuação de cheias, criação e melhoramento de habitats para espécies aquáticas e ribeirinhas.

Na generalidade, as medidas implementadas consistem em ações de melhoria da vegetação ribeirinha, através da limpeza de canavial e de silvado e mediante a implementação de ações de plantação de árvores e arbustos autóctones nas margens e taludes e ainda a aplicação de hidrossementeira (aplicação de misturas de espécies gramíneas e leguminosas nas margens e taludes das ribeiras).

A figura 2.11, ilustra alguns exemplos de plantações que têm vindo a ser efetuadas.



**Figura 2.11** - Exemplos de plantações em curso de água intervencionados (EDIA, 2014)

Genericamente as plantações têm como objetivos, por um lado, completar o cordão arbóreo e arbustivo presente nas galerias ripícolas, promovendo a beneficiação dos povoamentos existentes e, por outro, criar a galeria ripícola, nos sectores onde a vegetação ribeirinha está ausente. Estas ações contemplam um conjunto de operações que variam consoante as características ecológicas dos troços dos cursos de água selecionados e que visam contribuir para a melhoria das condições pedológicas do solo, aumentando os processos de conservação com resultados positivos na diminuição dos fenómenos erosivos e potenciar a sustentabilidade do ecossistema ribeirinho.

A hidrossementeira por outro lado consiste na aplicação de mistura de sementes, com objetivo de proceder ao revestimento vegetal dos taludes e margens, para melhoria das condições estéticas; prevenção de eventuais fenómenos erosivos, proteção de fontes de poluição exteriores; proteção dos recursos hídricos e dos ecossistemas associados. A figura 2.12 é exemplo do tipo de trabalhos associados a esta ação.



**Figura 2.12** - Exemplos da ação de hidrossementeira em cursos de água

De acordo com os projetistas, as intervenções preconizadas são desenvolvidas numa perspetiva ambiental, tendo em conta o potencial ecológico e paisagístico das ribeiras, sem esquecer contudo, o objetivo principal do aproveitamento, que é a criação e manutenção de condições favoráveis à utilização da agricultura.

### **2.3.1 TIPOLOGIAS DE INTERVENÇÃO DAS RIBEIRAS**

No âmbito dos Projetos para beneficiação da rede de drenagem das áreas agrícolas localizadas no território do EFMA, as tipologias de intervenção definem-se em função das características hidrológicas e hidráulicas das ribeiras. Assim, para o eficiente desempenho da rede de drenagem natural, e tendo sempre presente restrições de carácter ambiental, como principais medidas de intervenção, aplicam-se as seguintes: a limpeza, o corte de vegetação e o reperfilamento das secções das ribeiras existentes.

Face à localização dos perímetros de rega em questão que integram o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA), à localização das ribeiras em áreas agrícolas beneficiadas pelo regadio,

e à compatibilização com a ecologia das ribeiras foram definidas diretrizes para a classificação das mesmas, baseadas num documento intitulado “*Orientações para a Elaboração de Projetos de Drenagem dos Perímetros de Rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva*”. De acordo com o estipulado no âmbito do documento, preconizaram-se tipologias de intervenção para as ribeiras abrangidas pelo estudo, que se encontram descritas na tabela 2.1.

**Tabela 2.1** – Descrição das tipologias gerais de intervenções de acordo com o tipo de classificação de ribeiras (adaptado de INAG, DORDH e DAU. 2008)

Classificação das ribeiras	Tipologia de intervenções
Com 50 Km <sup>2</sup> ou mais de bacia hidrográfica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ações de remoção de resíduos;</li> <li>- ações de remoção de vegetação que interfira significativamente no escoamento;</li> <li>- consolidação das margens nos locais onde haja lombos (em casos excecionais)</li> </ul>
Áreas das bacias hidrográficas inferiores a 50 Km <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aprofundamento dos talvegues, nas situações em que as ribeiras se desenvolvem em zonas com condições deficientes de drenagem;</li> <li>- alargamento do rasto da ribeira, mantendo-se o máximo possível a vegetação herbácea dos taludes e arbórea e arbustiva (não infestante) das margens (como complemento da situação anterior);</li> <li>- ações de limpeza seletiva de modo a diminuir os riscos de erosão dos taludes e, consequentemente, o assoreamento das ribeiras;</li> <li>- nas zonas de sedimentação, remoção do material sólido depositado;</li> <li>- em troços de forte declive/erosão provocada pela velocidade-turbulência local, prevê-se a correção do perfil longitudinal, mediante a construção de “degraus de contenção” que contribuam, quer para a retenção do material sólido, quer para a dissipação local do excesso de energia, quando perante situações de erosão localizada ou generalizada;</li> <li>- em termos de integração paisagista, prevêem-se medidas minimizadoras e de proteção contra a erosão.</li> </ul>
Cursos de água não incluídos no “Índice Hidrográfico e Classificação Decimal dos Cursos de água de Portugal”	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aprofundamento dos talvegues, nas situações em que as linhas de água se desenvolvem em zonas com drenagem deficiente;</li> <li>- exceionalmente, alargamento do rasto mantendo-se o máximo possível a vegetação herbácea dos taludes e arbórea e arbustiva, não infestante, das margens (como complemento da situação anterior);</li> <li>- ações de limpeza seletiva de modo a diminuir os riscos de erosão dos taludes e, consequentemente, o assoreamento das linhas de água;</li> <li>- nas zonas de sedimentação, remoção do material sólido depositado.</li> </ul>

Face ao exposto e à classificação atribuída às ribeiras, em função das suas características hidrológicas e hidráulicas, as ribeiras foram sujeitas a tipologias de intervenção diferentes: Limpeza e Reperfilamento.

### 2.3.1.1 Intervenção de limpeza

A intervenção de limpeza tem por objetivo assegurar a gestão do *habitat*, promovendo a regeneração natural dos diferentes estratos de vegetação e das condições ecológicas dos segmentos fluviais; garantir a redução da carga de biomassa (redução do risco de incêndio); proceder ao desafogo do arvoredor, permitindo a desobstrução das margens e leitos dos sectores dos cursos de água considerados. Como mais-valias desta operação destacam-se a minimização do risco de erosão,

estabilização dos taludes, incorporação de matéria orgânica no solo e minimização do risco de incêndio.

A implementação desta medida profilática/preventiva, que consiste sobretudo no controlo da vegetação invasora e/ou herbácea existente, e na reabilitação do sistema fluvial baseia-se em termos genéricos, na seguinte metodologia de execução: controlo de manchas de vegetação invasora (canas e silvas- desde que apresentem comportamento invasor); destroçamento/eliminação do material resultante das limpezas (despojos caulinares); remoção de árvores secas/mortas; promoção da regeneração natural, através de marcação com fita de jovens exemplares arbóreos e arbustivos autóctones e na realização de podas de formação e de manutenção.

Tendo em conta o documento relativo “*Orientações para a Elaboração de Projetos de Drenagem dos Perímetros de Rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva*” e ao tipo de classificação das ribeiras (do tipo 1 e 2), pode-se proceder à aplicação de medidas concretas de limpeza.

Neste contexto, e de acordo com o exposto na tabela 2.1, para as ribeiras do tipo 1 (com área de bacia hidrográfica superior a 50 km<sup>2</sup>) as ações preconizadas consistem essencialmente: na limpeza e desobstrução seletiva de ribeiras, através da remoção de vegetação (ramos secos - através da podas), que interfira significativamente no escoamento e da remoção de resíduos e outro tipo de obstáculos (ex: árvores caídas e mortas) que interfiram com o escoamento da ribeira, contribuindo deste modo para a sua desobstrução.

Os trabalhos de limpeza seletiva consistem num conjunto de operações destinadas à limpeza das ribeiras. Esta intervenção é adotada nas ribeiras cujo estado de manutenção não permita o escoamento adequado das águas, apesar da sua secção ser considerada suficiente para os caudais em trânsito. De uma forma geral e para ilustrar este tipo de limpeza, exemplifica-se com o auxílio da figura 2.13.



**Figura 2.13** – Exemplos de ações de limpeza seletiva e de cursos de água: desobstruído e obstruído



Em síntese, este tipo de ação de limpeza e desobstrução para ribeiras do tipo 1 consiste, essencialmente, na remoção de obstáculos (lixo, entulho, resíduos, material vegetal lenhoso morto, etc.), corte e poda de árvores e arbustos que obstruam o leito e reduzam a sua capacidade de vazão, e, no caso de existirem invasoras, também na limpeza seletiva de vegetação herbácea, canavial e de silvado.

Para efeitos de manutenção das diferentes funções das ribeiras e conciliação de objetivos que conjugam o interesse ambiental e a funcionalidade hidráulica, aplicam-se deste modo medidas ligeiras de intervenção, nomeadamente como a limpeza seletiva e a remoção de sedimentos.

De acordo com o documento sobre *Orientações para a Elaboração de Projetos de Drenagem dos Perímetros de Rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva*, para as ribeiras do tipo 2 (com áreas das bacias hidrográficas inferiores a 50 Km<sup>2</sup>, segundo o documento sobre) e do tipo 3 (Cursos de água não incluídos no *Índice Hidrográfico e Classificação Decimal dos Cursos de Água de Portugal*) as intervenções consistem essencialmente na limpeza da vegetação considerada invasora (caso de canaviais e silvas), também na remoção de obstáculos (lixo, entulho, árvores mortas e caídas, etc.), no corte ou e/ou poda de árvores e arbustos que obstruam o leito e reduzam a capacidade de vazão da ribeiras e em ações de desassoreamento.

O desassoreamento consiste na remoção de materiais do fundo e/ou de plantas aquáticas que tendem a reduzir a capacidade de vazão, que obstruem ou impedem o escoamento adequado, e que dificultam o acesso aos cursos de água.

A figura 2.14 é exemplificativa dos tipos de ações de limpeza que se promovem em ribeiras do tipo 2.



**Figura 2.14** - Ilustração de exemplos relativamente à intervenção de limpeza

De salientar que os trabalhos de limpeza e desobstrução podem ser realizados de forma mecânica ou manual, consoante os parâmetros definidos (vide figura 2.15).



## Limpeza de ribeiras do tipo 2



**Figura 2.15** - Ilustração de exemplos relativamente ao procedimento com a limpeza

A limpeza manual, quando bem orientada, e em zonas de maior sensibilidade, é preferível à limpeza mecânica, dado que existe um domínio maior do Homem sobre as ferramentas utilizadas, causando menos perturbações ao ecossistema. Por norma as operações de limpeza são acompanhadas por técnicos com formação ambiental, para que possam orientar os trabalhos, aconselhar o desenvolvimento das operações e tomar decisões em caso de dúvida.

Na tabela 2.2 descrevem-se as situações em que se procede à opção de limpeza manual ou mecânica. Repare-se que a opção se prende com a dificuldade de acesso para as máquinas e não com as características de preenchimento vegetal da ribeira e respetiva tipologia ecológica.

**Tabela 2.2** – Situações de limpeza manual e mecânica

Tipo de Limpeza	
Manual	Mecânica
Existência abundante de herbáceas e arbustivas e arbóreas	Quando existem espaços entre a vegetação que permitem a movimentação de máquinas (poucas herbáceas e arbustivas com pouco exemplares ou em mau estado de conservação)
Elevado número de exemplares arbóreos e arbustivos a preservar, dificultando deste modo o acesso e movimentação de máquinas	Situações em que se justifica o corte total de espécime quer por obstruir o escoamento, quer por mau estado de conservação, possibilitando espaços suficientemente largos para a movimentação de máquinas
Existência de nascentes de água subterrânea no leito da ribeira	Inexistência de nascentes no leito
Difícil acesso à zona de intervenção, quer por inexistência de caminhos, quer por barreiras físicas (muros, vedações, etc...)	Fácil acesso à zona a intervir
Talude instável	Talude suficientemente largo adaptável ao trabalho mecânico

A imagem 2.16 ilustra o aspeto geral de uma ribeira, antes, durante e após a intervenção de limpeza mecânica, onde se verifica a remoção da vegetação de carácter invasor, que foi alvo de destroçamento.



**Figura 2.16** - Limpeza de canavial numa ribeira

Importa ainda salientar que nas ribeiras do tipo 2 e 3 também são preconizadas intervenções de reperfilamento.

### 2.3.1.2 Intervenção de Reperfilamento

A intervenção de reperfilamento é adotada nas situações de ribeiras com deficientes condições de drenagem, ou seja quando a rede hidrográfica natural se manifesta insuficiente para escoar os caudais provenientes da precipitação e/ou das parcelas regadas.

Com o objetivo de beneficiar as parcelas a regar, cada ribeira sujeita a esta tipologia de intervenção sofre um processo de regularização de caudal e, em alguns casos, de declive. De salientar que a largura da faixa de intervenção das ribeiras pode variar consoante a capacidade de vazão (capacidade esta, necessária para escoar os caudais expectáveis resultantes da implementação do projeto de regadio).

Os objetivos desta intervenção genericamente são os seguintes: aumentar a sua capacidade de vazão de modo a comportarem os caudais de projeto e corrigir o perfil longitudinal quer através de escavação (pretende-se aumentar a capacidade de vazão das ribeiras, de modo a que estas possam comportar os caudais projetados e para que as velocidades de escoamento assumam valores compatíveis com a estabilidade dos cursos de água) ou mediante a construção de degraus de contenção (que contribuam para o depósito de sedimentos a montante dessas obras e, também, a redução das velocidades de escoamento).

Com a intervenção de reperfilamento e mediante a correção dos perfis longitudinais garante-se a estabilidade da secção, face às forças hidrodinâmicas geradas pelo escoamento.

Todavia, com a referida intervenção os habitats tornam-se mais vulneráveis, situação que torna as ribeiras mais suscetíveis à ocupação por espécies invasoras (Bell, 1997) o que dificulta a regeneração natural por outras espécies autóctones.

A figura 2.17 ilustra o procedimento adotado para a intervenção de reperfilamento e as diferentes fases (antes, durante e após o reperfilamento).



**Figura 2.17** - Antes, durante e após a intervenção de reperfilamento

A figura 2.18 ilustra o procedimento adotado para a intervenção de reperfilamento.



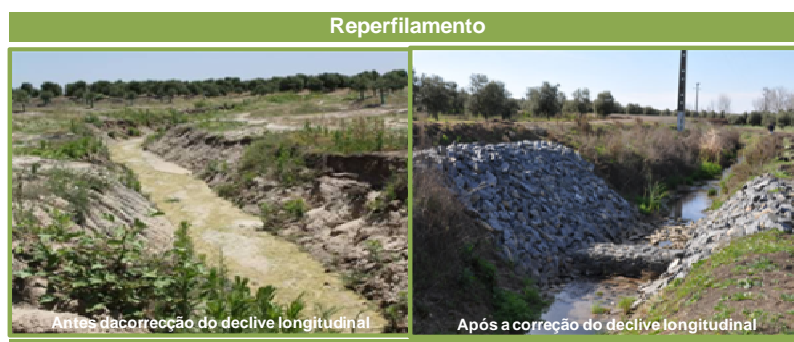
**Figura 2.18** – Procedimento para o reperfilamento

O aspeto geral da evolução de uma ribeira antes e após o reperfilamento pode ser observado na figura 2.19.



**Figura 2.19** - Aspeto geral da ribeira antes e após o reperfilamento

A evolução de uma ribeira na situação ante e pós intervenção pode ser observada na ilustração da figura 2.20, onde neste caso o objetivo da intervenção de reperfilamento consistiu na correção do declive longitudinal.



**Figura 2.20** - Troço do curso de água antes e após a correção do declive longitudinal

Importa ainda referir que, no âmbito da intervenção de reperfilamento, sempre que possível, mantém-se a vegetação arbustiva e autóctone do curso de água. Na imagem da figura 2.21 é possível verificar o estado de dois troços de ribeira após a intervenção de reperfilamento, que teve por objetivo o aumento da secção de vazão. De salientar que no troço da ribeira em questão, a intervenção manteve a meandrização e salvaguardou exemplares arbóreos existentes da galeria ripícola.



**Figura 2.21** - Manutenção da vegetação em troços sujeitos a reperfilamento

### 2.3.2 RIBEIRAS AGRÍCOLAS EM ESTUDO

Para efeitos de caracterização da situação e/ou estado das ribeiras em estudo na situação antes da implementação das intervenções de limpeza e reperfilamento no terreno (definidas no âmbito do projeto da rede de drenagem), procede-se seguidamente ao enquadramento hidrogeomorfológico e ecológico das ribeiras localizadas em cada um dos perímetros de rega dos subsistemas de rega, mais concretamente: Perímetro de Rega de Alqueva localizado no Subsistema de Alqueva (Alq); Perímetro de Rega de Pedrogão localizado no Subsistema de Pedrogão (Ped.) e Perímetro de Rega do Ardila localizado no Subsistema do Ardila (Ard.).

Em termos de caracterização ecológica, de salientar a classificação atribuída a nível da complexidade ripária, caracterização esta que se encontra associada ao estado de conservação geral da galeria ripícola, nomeadamente, ao tipo de estrato, exemplares e espécies autóctones existentes

(herbáceas, arbóreas e/ou arbustivas), ocorrência de regeneração natural com espécies autóctones, ocorrência de espécies invasoras, ao tipo de substrato presente (rocha, pedras/blocos, gravilha/cascalho; areia/areão; elementos finos, turfa, artificial e solo), à existência de caudal nos troços de água analisados

De referir, neste contexto, que se considera uma galeria ripícola com complexidade ripária admissível, a galeria que apresenta uma galeria ribeirinha bem estruturada e densa, representada por vários estratos (herbáceo, arbustivo e arbóreo) e dominada por espécies autóctones (vd. figura 2.22).



**Figura 2.22** – Galerias ripícolas com complexidade ripária elevada

#### **2.3.2.1 Ribeiras do perímetro do Subsistema Alqueva**

O perímetro de rega localizado no subsistema de rega do (designado por Alq.), insere-se na bacia hidrográfica do rio Sado, e em sub-bacias hidrográficas principais da sua margem direita: sub-bacia da Ribeira do Roxo e sub-bacia da Ribeira da Figueira.

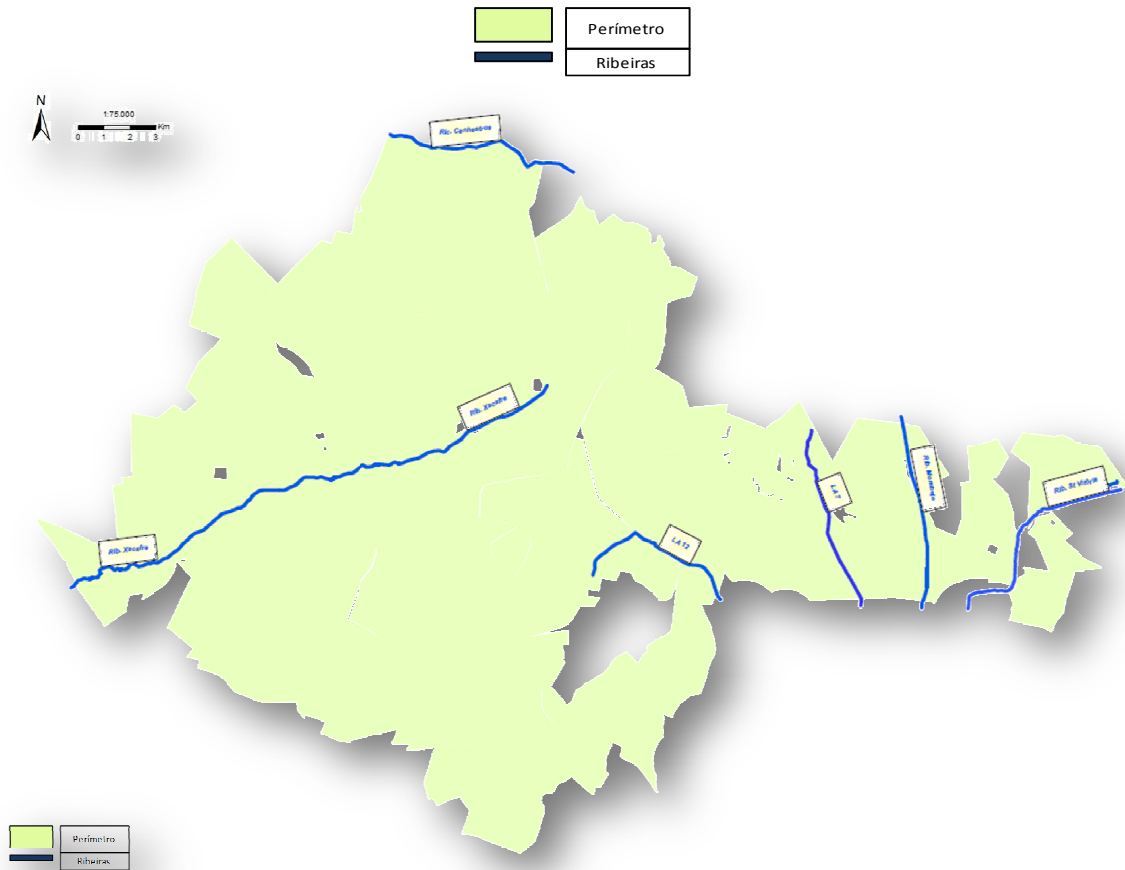
Na tabela 2.3 é efetuada a caracterização das ribeiras em termos de extensão, área da sub-bacia e especificidades hidrogeomorfológicas e ecológicas (da situação ante projeto, ou seja, antes das intervenções de limpeza e reperfilamento).



**Tabela 2.3** - Características hidrogeomorfológicas e ecológicas das ribeiras do Perímetro de Alqueva, antes das intervenções de limpeza e reperfilamento (Prosistemas, 2010)

	Características	
	Hidrogeomorfológicas	Ecológicas
Rib.ª de St. Vitória	Extensão: 2 Km. Área de bacia hidrográfica: 35,50 km <sup>2</sup> Desenvolve-se a norte-sul, até desaguar na albufeira do Roxo.Com troços integrados no perímetro (cerca de 3,6 km), e com secção bem definida (onde confluem 3 tributários).	Taludes e margens: vegetação arbórea e arbustiva Rasto: vegetação helofítica e alguma ruderal. Complexidade ripária: baixa a média (dependendo da constituição da vegetação)
Rib.ª de Canhestros	Extensão: 3,1 KmÁrea de bacia hidrográfica:12,33 km <sup>2</sup> Localização: sul de Ferreira do Alentejo. Escoa no sentido este-oeste, até à Ribeira da Figueira, onde conflui. Ribeira que limita o norte do perímetro de rega de Alqueva (cerca de 3,15 km).Leito: bem definido e estabilizado.	Colonização dos taludes por vegetação arbórea e arbustiva (pontualmente silvados e povoamentos quase estremes de canavial).Margens agricultadas até ao topo do talude e rasto revestidos por comunidades helofíticas e hidrófilas (em locais de represa).Complexidade ripária: baixa a média.
Ribeira do Xacafre	Extensão até à nascente: 8,5 Km.Área de bacia hidrográfica: 15,6 km <sup>2</sup> .Nascente junto ao Monte do Carvoeiro. Escoa de nordeste-sudoeste, até desaguar na ribeira do Roxo.Troço da ribeira: com cerca de 9,2 km de extensão, características morfológicas distintas a montante e jusante, mais concretamente: o troço de montante, com cerca de 750 m, não possui secção de escoamento definida e, o troço a jusante apresenta uma secção regular e consolidada. Com segmentos da ribeira (a montante), limpos e reperfilado, segmento com secção irregular, com zonas de leito de cheia, acusando, para alguns troços, insuficiente capacidade de vazão.	Jusante: troço com coberto por vegetação herbácea, comunidades helofíticas e por silvas (com incidência na margem esquerda). Complexidade ripária: média e baixa, (leito praticamente desprovido de vegetação e com alguns sinais de transporte sólido, com subsequente sedimentação a montante das passagens hidráulicas existentes.Do ponto de vista ambiental existem troços irregulares, apresentando troços com leito coberto de vegetação herbácea e helofítica, bem como outros com taludes e margens cobertos com vegetação arbustiva e arbórea. Complexidaderipária:média (estrutura de vegetação com três estratos).
Ribeira de Ribeira Mombeja	Extensão até à nascente: 2,9 KmÁrea de bacia hidrográfica: 3,26 km <sup>2</sup> . Origem: norte de Mombeja e desenvolve-se no sentido norte-sul até desaguar na albufeira do Roxo.A porção integrante no perímetro de rega cinge-se a um troço de 2,7 km, a montante da EN18, com secção bem definida.Troços comassoreamento, diminuindo a sua capacidade de vazão.	Leito: dominado por vegetação herbácea e as margens: são dominadas por vegetação herbácea quando não agricultadas.Complexidade ripária: baixa verificando-se apenas a ocorrência de vegetação herbácea
Ribeira LA7	Extensão até à nascente: 2,9 Km. Área de bacia hidrográfica: 4,1 km <sup>2</sup> . Desenvolvendo-se entre o Penedrão e a albufeira do Roxo, a LA7 cruza o perímetro de rega em cerca de 2,9 km, num troço de secção uniforme e desimpedida.Serve diversas explorações agrícolas de pequena e média dimensão.	Leito: dominado por vegetação herbácea e ruderal. A complexidade ripária de um modo geral é considerada baixa.
Ribeira. LA12	Extensão até à nascente: 2,8 KmÁrea de bacia hidrográfica: 2,2 km <sup>2</sup> . Localizada a norte de Alqueva;Desenvolve-se no sentido noroeste-sudesteDesagua na albufeira do Roxo.Integra o perímetro de rega (numa extensão de aproximadamente 2,9 km). Com secção bem definida.	Troço da ribeira (dividido em dois): o de jusante, compreendido entre a EN2 e EN18, apresenta um claro predomínio de silvados e canaviais, bem como algumas espécies arbóreas; e o troço de montante, integrado numa área de pequena propriedade, que apresenta um leito revestido por vegetação herbácea e ruderal. Complexidade ripária baixa
Ribeira LA16	Extensão até à nascente:0,8 KmÁrea de bacia hidrográfica: 13,92 km <sup>2</sup> Situada na margem direita da ribeira de Santa Vitória, a este de Mombeja, e desenvolve-se, no sentido norte-sul, até confluir com a ribeira da Santa Vitoria a norte do Monte da Pedreira.Troço: particular e possui uma extensão de cerca de 950 m. Secção encontra-se bem definida e desimpedida.	Troço integrado na área de rega: dividido em duas partes, a de jusante, com cerca de 700 m, com leito dominado por espécies arbustivas e arbórea nos taludes e espécies herbáceas no rasto; e a de montante, com leito dominado por vegetação herbácea.Troços de ambas as margens: agricultados até ao topo de talude. Complexidade ripária: média a baixa.

Importa salientar que nesta área, para além das ribeiras referidas, existem, naturalmente, outras que correspondem, na sua maioria, a pequenas ribeiras de escoamento preferencial. Na figura 2.23 ilustram-se as ribeiras caracterizadas anteriormente.



**Figura 2.23** - Localização e toponímia das ribeiras em estudo no perímetro do subsistema Alqueva

#### 2.3.2.2 Ribeiras do perímetro do subsistema Pedrogão

A rede hidrográfica natural da área em estudo insere-se na bacia hidrográfica do rio Guadiana, mais concretamente nas sub-bacias da ribeira de Marmelar e Barranco do Vale da Serra (a Norte), do rio Torto (a Sul) e das ribeiras de Odearce e de Selmes.

Para além de ribeiras principais com maior caudal, existem outras que correspondem na sua maioria a pequenas ribeiras de escoamento preferencial.

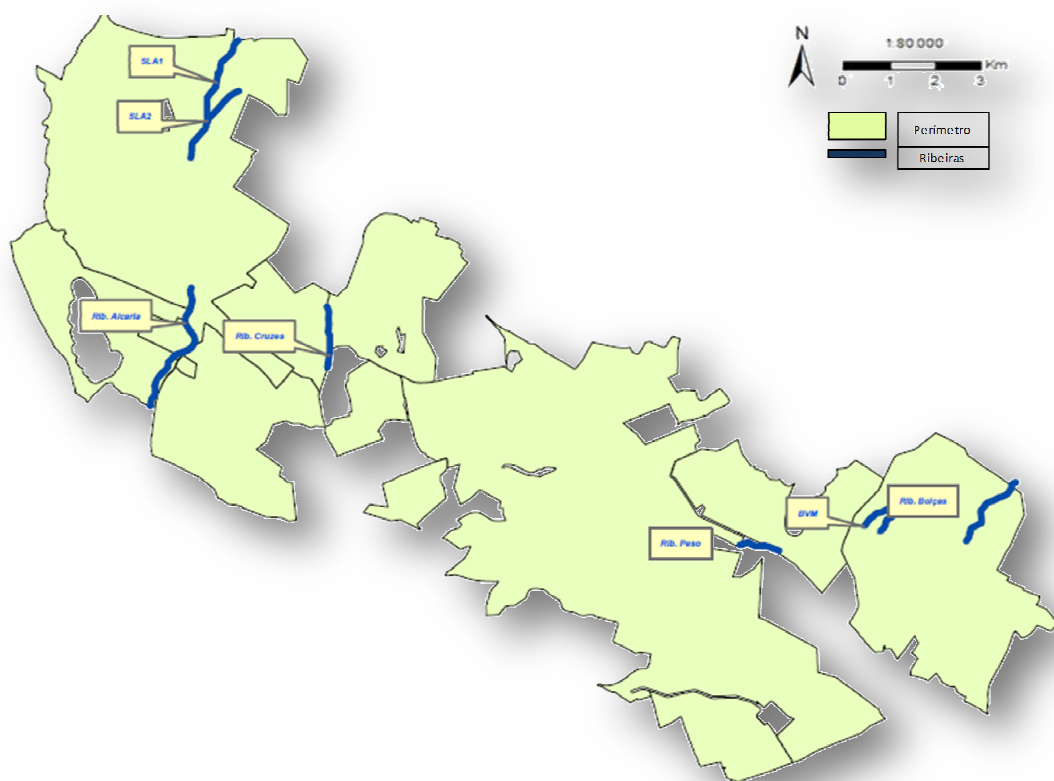
Na tabela 2.4, apresenta-se a caracterização hidrogeomorfológica e ecológica das ribeiras que integram o Perímetro de Rega na situação anteprojeto, ou seja, na situação antes da realização das intervenções de limpeza e reperfilamento, preconizadas no âmbito do Projeto da Rede de Drenagem.

**Tabela 2.4** - Características hidrogeomorfológicas e ecológicas das ribeiras do Perímetro de Pedrogão, antes das intervenções de limpeza e reperfilamento (Aqualogus, 2010)

	Características	
	Hidrogeomorfológicas	Ecológicas
Riba. de Alcaria	Extensão: 1,8 KmÁrea de bacia hidrográfica: 13,86 km <sup>2</sup> . Troços de montante e jusante (junto à EN258, extensão de cerca de 1000 metros): secção definida.Sem sinais de erosão, sedimentação ou instabilidade de margens e taludes.Leito: limpo e sem vegetação, sem entraves ao escoamento de caudais.Secção hidráulica: obstruída pela vegetação abundante (comprometendo o escoamento, em zona com drenagem imperfeita).Principal afluente da margem direita da ribeira de Selmes.Bacia hidrográfica de forma alongada	Taludes: com vegetação herbácea e pontualmente choupo no topo ( <i>Populus x hybrida</i> ).Margens: agricultadas até à linha de água: dominadas por vegetação herbácea.Galeria ripícola dominada por choupo e freixo ( <i>Fraxinus angustifolia</i> ), e sub-ripícola, com vegetação herbácea abundante.Troço a jusante da confluência com o Barranco do Coelho, até à confluência com a Ribeira de Selmes: taludes dominados pela vegetação herbácea, com abundância de vegetação arbustiva (silvado – <i>Robus ulmifolius</i> e canavial – <i>Arundo donax</i> , com comportamento infestante).Topo dos taludes: pontuam o choupo e o freixo.
Riba. das Boiças	Extensão: 1,1 KmÁrea de bacia: 4,5 km <sup>2</sup> . Secção hidráulica definida. Troços: sem sinais de erosão, sedimentação ou instabilidade de margens e taludes.Drenagem deficiente e/ou imperfeita (parte da bacia abrange uma pequena propriedade);Afluente da margem direita da ribeira de Marmelar. Com desenvolvimento de Sudoeste-Nordeste. Finaliza no rio Guadiana a montante da barragem de Pedrogão.	Taludes com vegetação herbácea no troço de montante.Topo dos taludes: existência de choupo e o freixo.Leito: crescimento vigoroso de silvas (com comportamento infestante)Jusante: vegetação arbustiva (silvado) com comportamento infestante, dificultando o escoamento de caudais. Margens dominadas por vegetação herbácea (quando não agricultadas até ao curso de água).
Riba. de Vale de Mulheres	Extensão: 0,6 Km. Área de bacia: 0,87 km <sup>2</sup> Cabeceira e troços intermédios: de escoamento preferencial.Jusante: troço com secção hidráulica definida. Troçoscom drenagem imperfeita.Jusante: secção hidráulica definida;Bacia hidrográfica com forma alongada;Afluente da margem direita da ribeira de Marmelar, nascendo e terminando perto do barranco das Boiças	Jusante: domínio da vegetação ruderal
Riba. das Cruzes	Extensão: 0,8 Km. Área de bacia hidrográfica: 1,5 km <sup>2</sup> . Secção definida e estável, sem necessidade de intervenção.	Taludes e leito: vegetação arbustiva (tabuas e silvas) no leito da ribeira. Jusante e montante: troços com situações distintas no que concerne à vegetação
Monte do Peso	Extensão: 0,5 Km. Área de bacia hidrográfica: 4,5 km <sup>2</sup> . Secção hidráulica definida e estável, sem necessidade de intervenção	Margens e leito: canavial e silvado .Jusante e montante: troços com vegetação herbácea e pontualmente arbórea, mas sem necessidade de intervenção
Ribeira PLA	Extensão: 1,2 Km. Área de bacia hidrográfica: 0,4 km <sup>2</sup> . Linha de escoamento preferencial Secção hidráulica bem definida. Troços com drenagem imperfeita	Domínio de vegetação ruderal
Ribeiras SLA 1 e SLA2	Extensão: 0,17 km (SLA1) e 0,58 Km (SLA2); Área de bacia hidrográfica: 4,1 Km <sup>2</sup> (SLA1) e 0,23 Km <sup>2</sup> (SLA2). Linha preferencial de escoamento. Secção hidráulica definida Sem sinais de erosão evidentes, sedimentação ou instabilidade de margens ou taludes	Taludes: Presença vegetação ruderal e de vegetação arbustiva no topo; Margens: Presença vegetação ruderal

Apresentam-se na figura 2.24, as ribeiras intervencionadas no âmbito da beneficiação de rede de drenagem do perímetro de rega em estudo, localizado no subsistema de Pedrogão.





**Figura 2.24** - Localização e toponímia das ribeiras no perímetro do subsistema Pedrogão

### 2.3.2.3 Ribeiras do perímetro do subsistema Ardila

A rede hidrográfica natural pertencente aos perímetros de rega de Brinches Enxó (Subsistema Ardila), está inserida na sub-bacia hidrográfica da ribeira do Enxó que, por sua vez, pertence à bacia do Guadiana.

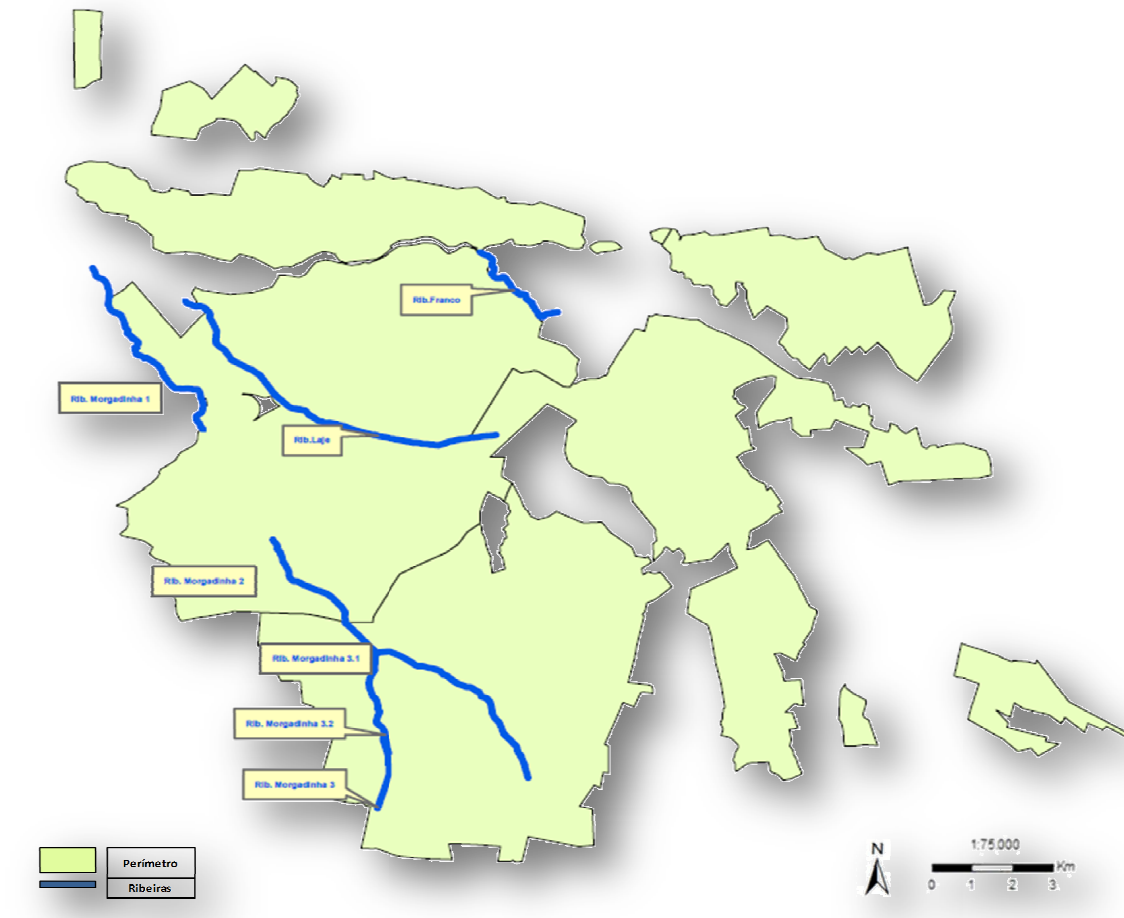
A ribeira do Enxó é o coletor primário de três importantes ribeiras: Laje, Morgadinha e Franco. Todas estas ribeiras desenvolvem-se na margem esquerda da Ribeira do Enxó, no sentido SE-NW.

Na tabela 2.5 procede-se a uma caracterização hidrogeomorfológica e ecológica das ribeiras que integram o Perímetro de Rega na situação anteprojecto, ou seja, na situação antes da realização das intervenções de limpeza e reperfilamento, preconizadas no âmbito do Projeto da Rede de Drenagem.

**Tabela 2.5** - Características hidrogeomorfológicas e ecológicas das ribeiras do Perímetro do Ardila, antes das intervenções de limpeza e reperfilamento (Nemus, 2008)

	Características	
	Hidrogeomorfológicas	Ecológicas
Ribeira da Laje	Extensão: 4,5 km; Área de bacia hidrográfica de 102.38 km <sup>2</sup> ; Jusante: troço de secção transversal bem evidenciada; Troços junto às curvas de raio mais apertado: taludes desagregados pelo efeito da erosão hídrica; Montante: troço com secção transversal relativamente irregular, embora bem delimitada no terreno.	Margens: presença de vegetação herbácea e lenhosa de pequeno e médio porte (fruteiras e silvas); Montante: abundância de vegetação herbácea e lenhosa de pequeno a grande porte, consolidando uma galeria ripícola.
Ribeira da Morgadinha 1	Extensão: 2,8 Km. Área de bacia hidrográfica de 37.49 Km <sup>2</sup> ; Troço final da ribeira: desagua na albufeira da barragem de Serpa. Tributário da margem esquerda da Ribeira do Enxoé. Dos importantes afluentes: margem direita (com 2,6 km de extensão e uma sub-bacia hidrográfica de 2,44 km <sup>2</sup> ) e, na margem esquerda (com uma sub-bacia de 4,43 km <sup>2</sup> ). Terceiro afluente, de menor dimensão: Morgadinha 3-2 e situa-se na parte final do troço Morgadinha 3, Jusante: troços bem evidenciados no terreno, secção transversal de largura considerável e ligeiramente irregular; Montante: regularização da ribeira e com largura de rasto considerável; De salientar a existência de um troço da ribeira com pedra arrumada nos taludes.	Jusante: troço com margens povoadas por espécies lenhosas de grande porte, por agrupamentos lenhosos de pequeno e médio porte e por vegetação herbácea (predomínio de canaviais). Estado de conservação considerado médio.
Ribeira da Morgadinha 3	Extensão: 2.6 Km; Área de bacia hidrográfica de 62.49 km <sup>2</sup> ; Jusante: zona de má drenagem, e pouco definida; Montante: secção transversal bem definida e regular	Jusante: predomínio de vegetação herbácea; Montante: alguma vegetação herbácea nos taludes e rasto
Ribeira da Morgadinha 3.1	Extensão: 2,6 Km; Área de bacia hidrográfica de 26.17Km <sup>2</sup> ; Afluente da margem direita da Morgadinha; Jusante: secção transversal bem definida e regular Montante: troço bem consolidado	Jusante: sem vegetação (face à intervenção de limpeza e reperfilamento de que foi alvo, por parte do proprietário); Montante: pouca vegetação herbácea presente e com árvores de grande porte na margem direita
Ribeira da Morgadinha 3.2	Extensão: 0,2 Km; Área de bacia hidrográfica de 0.78 Km <sup>2</sup> ; Afluente da Morgadinha 1; Secção transversal, com obstrução a jusante.	Com muita vegetação herbácea (dificultando o escoamento dos caudais de drenagem).
Ribeira do Franco	Extensão até à nascente: 1.5 Km Área de bacia hidrográfica de 31.69 Km <sup>2</sup> ; Largura de secção de 10 a 15 m nalgumas zonas; Tributário da margem esquerda da ribeira do Enxoé	Galeria ripícola densa, com exemplares do porte arbóreo e arbustivo.

A localização das ribeiras anteriormente referidas encontra-se ilustrada na figura 2.25.



**Figura 2.25** - Localização e toponímia das ribeiras em estudo no perímetro do subsistema Ardila

## 2.4 METODOLOGIA

### 2.4.1 IDENTIFICAÇÃO E CRITÉRIO DE SELEÇÃO DAS UNIDADES DA AMOSTRA

Em termos de escala espacial envolvida, considerou-se primeiramente como elemento de estudo o troço, cujas características e propriedades foram postuladas por Frissel *et al.*, (1986) e divulgadas por outros autores como Naiman *et al.*, (1990). Cada troço é caracterizado por um conjunto e proporção de características hidrogeomórficas e habitacionais que lhe são próprias. O troço fluvial é a unidade espacial mais utilizada em ações de limpeza de rios ou de reabilitação ecológica. Ao troço fluvial está também associada a metodologia de classificação de 'SSSI' (Sítios de interesse científico especial) e a monitorização de corredores fluviais.

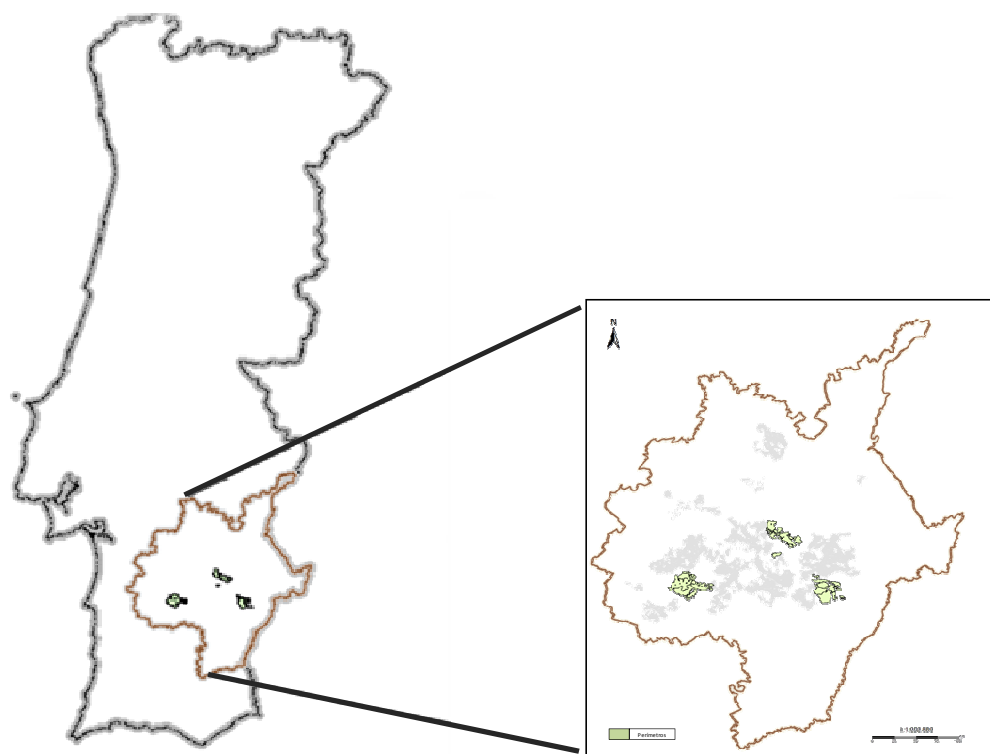
A rede fluvial é basicamente divisível em troços, que são caracterizados por um conjunto próprio de estruturas geomorfológicas visíveis a olho nu, e que incluem remansos, rápidos e outras estruturas habitacionais, com dada profundidade, substrato, velocidade da corrente e tipo de corrente. A esse

conjunto de estruturas hidrogeomórficas que caracterizam cada troço fluvial corresponde um conjunto equivalente de comunidades biológicas. Em condições naturais, o troço tem uma permanência temporal em geral superior a 100 anos e vários troços compõem um segmento fluvial (Frissel *et al.*, 1986).

Procedeu-se numa primeira fase à seleção de Projetos relativos à Beneficiação da Rede de Drenagem localizados e implementados em cada um dos Subsistemas do EFMA, nomeadamente subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila e, com duas tipologias de intervenção (limpeza e reperfilamento) nas ribeiras e, com informação a nível ambiental (variáveis abióticas), de intervenção (variáveis de pressão humana) e de vegetação.

Desta pesquisa selecionaram-se três perímetros de rega relativos a Projetos de Rede de Drenagem, localizados em cada um dos subsistemas de rega: perímetro de rega do subsistema de Alqueva, perímetro de rega do Subsistema de Pedrogão e, perímetro de rega do Subsistema do Ardila. Esta seleção realizou-se em 2012, no período de Janeiro a Maio.

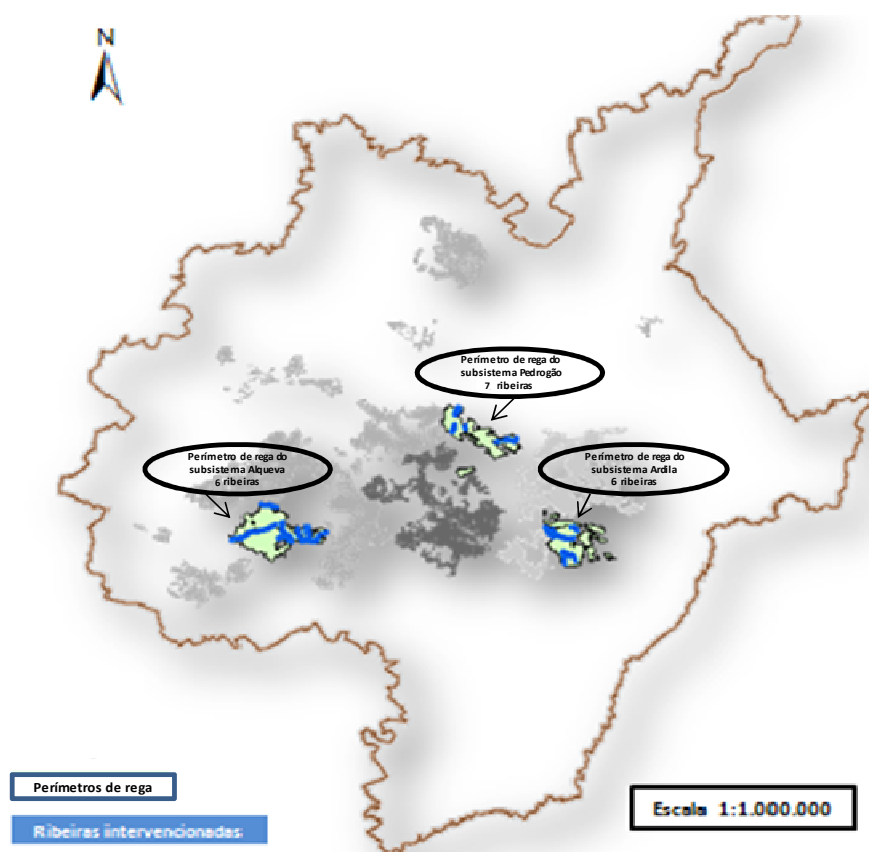
O enquadramento geográfico dos perímetros de rega selecionados encontra-se ilustrado na figura 2.26.



**Figura 2.26** – Enquadramento geográfico dos perímetros selecionados dos Subsistemas do EFMA

O número de ribeiras em estudo dos três perímetros de rega totaliza 19 ribeiras, mais concretamente 6 ribeiras no perímetro de rega do Alqueva, 7 ribeiras no perímetro de rega de Pedrogão e 6 ribeiras no perímetro de rega do Ardila, numa extensão total de 49,7 km.

A figura 2.27, evidencia o número e a localização das ribeiras em cada um dos Perímetros.



**Figura 2.27** – Localização e número de ribeiras nos perímetros dos subsistemas em estudo

Cada troço de ribeira foi definido com basenos elementos predefinidos de projeto (desenhos), com informação de dimensionamento da secção de rasto, caudal previsto, tipo de intervenção (limpeza ou reperfilamento) e obras de arte.

Deste procedimento obteve-se um total de 213 troços, que se distribuem conforme exposto na figura 2.27, mais concretamente, 146 troços no perímetro de rega do subsistema Alqueva, 24 troços no perímetro de rega do subsistema Pedrogão e 43 troços nos perímetros de rega do subsistema Ardila.

A figura 2.28 indica a metodologia utilizada para a definição do troço. Por exemplo, para os 700 metros de segmento de ribeira onde se preconizou a intervenção de limpeza (130 m) definiu-se um troço, no entanto para os restantes 570 metros, apesar de se ter preconizado a mesma intervenção

de reperfilamento, este segmento foi ainda dividido em três troços. Os troços 2, 3 e 4 foram definidos face à alteração de caudal de dimensionamento e secção a que este segmento foi sujeito.

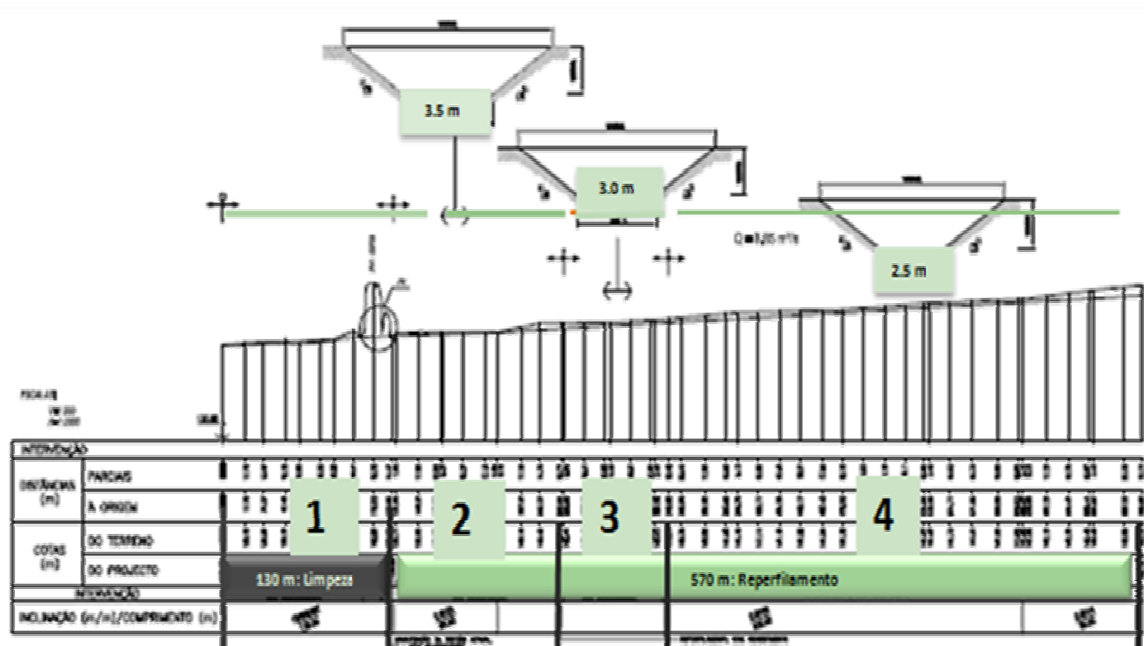


Figura 2.28 – Excerto de desenho de projeto que exemplifica a definição de troço

A figura 2.29 exemplifica os troços definidos numa ribeira, onde se pode verificar a extensão e a tipologia de intervenção em cada um dos troços que compõem o segmento de ribeira que foi alvo de requalificação.

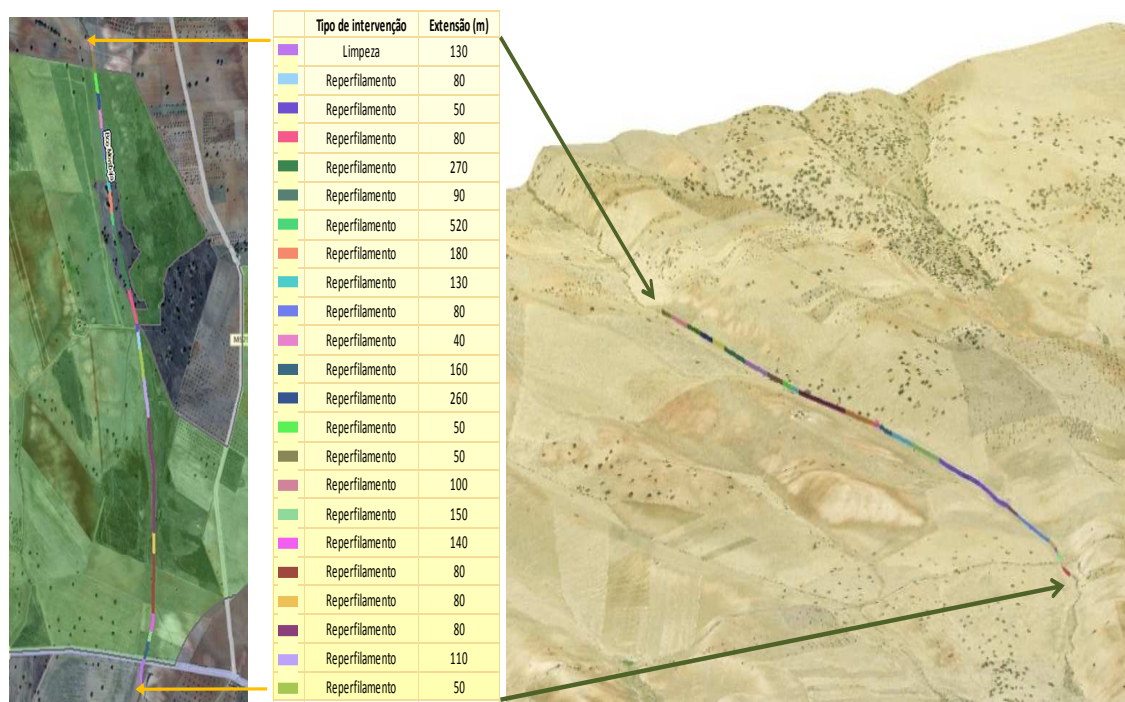


Figura 2.29 - Exemplo de troços numa ribeira

## 2.4.2 TIPOLOGIA E CRITÉRIO DE SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS

Para efeitos de caracterização das intervenções realizadas e avaliação da eficácia e efeitos das mesmas, procedeu-se ao levantamento dos dados a partir de Projetos da Rede de Drenagem já concluídos e implementados no terreno e à constituição de matrizes com base em variáveis de carácter ambiental, do canal fluvial e de estrutura da vegetação.

As tabelas 2.6 e 2.7 evidenciam a categorização atribuída às variáveis do canal fluvial e de estrutura da vegetação amostradas.

**Tabela 2.6-** Variáveis de alteração do canal fluvial

Variáveis	Categorização					
	0	1	2	3	4	5
Podas	não	sim				
Remoção árvores mortas, entulho e lixo	não	sim				
Aprofundamento do talvegue	não	sim				
Cobertura margens com terra vegetal	não	sim				
Corte/limpeza da vegetação		não	herbácea	herbáceas e arbustivas	arbóreas sem raízes	arbóreas com raízes
Plantação		não	só arbustiva	arbóreas e arbustivas		
Intervenção de Reperfilamento		não houve	reperf. sem revestimento	reperf. com revestimento		
Artificialização	não	sim				

**Tabela 2.7-** Variáveis de estrutura da vegetação

Tipo	Variáveis Nome	Categorização					
		0	1	2	3	4	5
Discreta	Cobertura vegetação rasto		✓	✓	✓		
	Cobertura vegetação taludes		✓	✓	✓		
	Cobertura vegetação margens		✓	✓	✓		
	Complexidade ripária	✓	✓	✓	✓		
	Quantidade silvas	✓	✓	✓	✓		
	Quantidade canas	✓	✓	✓	✓		

Para definir o tipo de ribeiras utilizaram-se variáveis abióticas/ambientais que representam os troços fluviais do estudo. As variáveis utilizadas com características hidrogeomorfológicas foram: a distância média à nascente, altitude média do troço, mineralização, área da sub-bacia, caudal médio anual, forma do vale, confluência, número de ordem do curso de água (de *Strahler*), largura e altura da secção e largura do rasto.

As variáveis com características hidrológicas e geográficas, não são suscetíveis de serem alteradas pela atividade humana, representam os eixos ecológicos determinantes dos ecossistemas fluviais mediterrâneos: hierarquia, geomorfologia e disponibilidade hídrica.

A mineralização deriva do substrato geológico e influencia as características físico-químicas da água em termos de capacidade tamponizante e transporte de sólidos. O número de ordem de *Strahler* está ligado à hierarquização da rede fluvial, sendo função da distância à nascente, relacionando-se com a magnitude da drenagem ao longo da bacia e, em termos biológicos, relaciona-se com a sucessão longitudinal das comunidades. A altitude está associada ao relevo e à topografia contribuindo para as características morfométricas do troço.

De salientar que o critério de seleção das variáveis, retirou as variáveis redundantes ou sem gradiente na matriz de dados, como exemplo, o caudal anual húmido e seco, o tipo de vale, e outras consideradas pouco relevantes para a caracterização dos troços, como é o caso da temperatura, precipitação e amplitude térmica. Atendendo à circunstância destas serem pouco significativas para os resultados, com qualidade intrínseca baixa, não foram deste modo consideradas para a definição de tipos.

### 2.4.3 TRATAMENTO DOS DADOS E TIPO DE ANÁLISE

Toda a informação inventariada a nível das variáveis ambientais para cada um dos troços amostrados foi inserida em folhas de cálculo Excel sob a forma de matriz de dados (variáveis ambientais vs. troços).

A exploração da matriz de dados ambientais (uma matriz para cada um dos Projetos relativos a cada um dos perímetros de rega) foi efetuada de uma forma analítica e quantitativa com base em procedimentos estatísticos exploratórios conhecidos por análise multivariada (Gauch, 1982; Pielou, 1984; Manly, 1994; Jongman *et al.*, 1995). Este método de análise estatística exploratória foi efetuado com o objetivo de analisar tipos de ribeiras e avaliar os grupos formados tendo-se, para este efeito, recorrido ao programa PRIMER 6. A análise multivariada em questão objetivou reduzir um grande número de variáveis a poucas dimensões com o mínimo de perda de informação, permitindo a deteção de padrões de associação entre locais de amostragem em termos de variáveis ambientais para desenvolver uma tipologia de ribeiras associadas a áreas agrícolas.

O processo de agregação tem como base o conceito de similaridade entre um par de amostras que contém coeficientes de similaridade (que variam entre 0 % - 100 %). As similaridades são calculadas



entre cada par de amostras e são dispostas numa matriz simétrica baseada no ranking entre os pares.

A matriz de similaridade permite: a criação de clusters de amostras em grupos, nos quais a similaridade entre grupos é menor do que a similaridade dentro de cada grupo (representação das comunidades em cada amostra no dendrograma definido por grupos hierárquicos); discriminar amostras com base em testes matriciais, como é o caso da técnica ANOSIM; e a observação gráfica dos gradientes, distância entre amostras: técnica de ordenação por escalonamento multidimensional (no MDS – *multidimensional scaling*, a organização espacial é medida pelo *stress* (medida do caos), quanto menor este, maior a fiabilidade do MDS na representação das semelhanças e diferenças presentes na matriz de dados).

O dendrograma representa uma síntese gráfica do trabalho desenvolvido, sintetizando a informação, sendo de grande utilidade para a classificação, comparação e discussão de agrupamentos (Vicini, 2005).

A agregação de amostras, através do Cluster, foi obtida pelo método de *complete linkage* (Vila-Gispert & Moreno-Amich, 2002), que permitiu a análise de agrupamentos. Este método, ou método do encadeamento completo, é um processo de aglomeração hierárquico (Vicini, 2005) que se baseia na distância máxima entre os objetos ou o método do vizinho mais afastado. Neste, a distância entre dois grupos é calculada entre os dois pontos mais afastados.

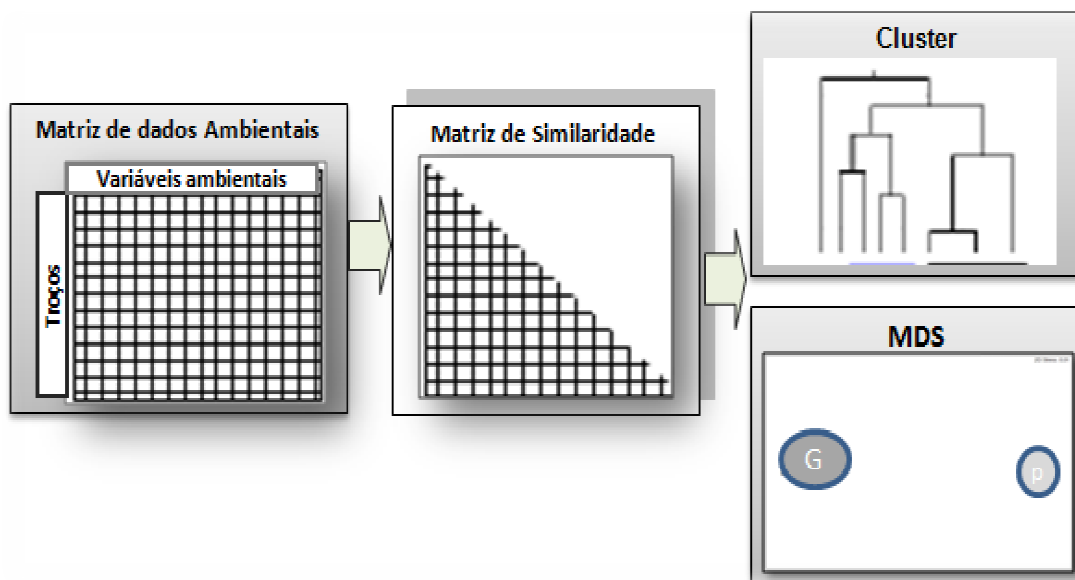
O método de *complete linkage* foi introduzido em 1948, sendo exatamente o oposto ao método do vizinho mais próximo, em que a distância entre grupos será definida como a distância entre os pares de indivíduos mais distantes. Aqui, a distância entre dois grupos é definida pelos objetos de cada grupo que estão mais distantes. Ou seja, formam-se todos os pares com um membro de cada grupo. A distância entre os grupos é definida pelo par que possuir maior distância (Bussab *et al*, 1990). É importante ressaltar que a união ainda é feita com os grupos mais parecidos, ou seja, a menor distância.

Como medida de similaridade, e pelo facto das amostras em estudo serem ambientais e tendencialmente com uma distribuição normal, utilizou-se a distância euclidiana como medida da dissimilaridade (McCune & Mefford, 2011).

A organização evidenciada pela matriz de similaridade no gráfico é avaliada pelo *stress*, em que valores de *stress*, superiores a 0.20 consideram-se críticos (devendo ser usada cautela na interpretação dos agrupamentos) e, superiores a 0.30 não são de todo interpretáveis (Clarke, 1993),

enquanto os valores de *stress* inferiores a 0.05 representam um ajustamento bom entre as distâncias reais e as distâncias nos eixos.

A figura 2.30, ilustra o procedimento adotado até à obtenção dos tipos de ribeiras.



**Figura 2.30** - Classificação e obtenção de grupos de ribeiras

Para a construção das matrizes de dados ambientais/abióticos utilizaram-se variáveis hidrogeomorfológicas contínuas (numéricas: *distância à nascente*; *altitude média do troço*; *área da sub-bacia*, *caudal anual médio*, *largura e altura da secção e largura do rasto*) e as variáveis discretas referidas (mineralização, forma do vale, confluência e número de ordem de *Strahler*. De salientar que a algumas das variáveis numéricas aplicou-se a função logarítmica.

Face à relevância em fazer um tratamento de dados com diferentes exigências de qualidade e poder obter um nível de significado estatístico procedeu-se à atribuição de um gradiente numérico coletivo às variáveis discretas. Para este efeito, as amostras discretas foram categorizadas de acordo com o apresentado na tabela 2.8.

**Tabela 2.8** - Categorização das variáveis ambientais discretas

Variáveis Discretas		Categorização			
Designação das variáveis	0	1	2	3	4
Mineralização		Baixa mineralização	Média Mineralização	Elevada Mineralização	Depósitos Sedimentares
Forma do Vale		Encaixado	Vale Estreito	Vale Largo	
Confluência	Não	Sim			
Número de Ordem de <i>Strahler</i>		1	2	3	

Com o objetivo de analisar estatisticamente a significância de diferenças entre os grupos visualizados na MDS, foi efetuado um teste multivariado de concordância de Kendall (ANOSIM) entre grupos. Este tipo de teste é semelhante a uma análise de variância mas de cariz não paramétrico que pretende testar a veracidade da hipótese nula de não haver diferenças entre grupos. Exploraram-se as diferentes comparações entre pares de grupos de acordo com o respetivo valor de R associado.

Foram explorados as diferentes comparações entre pares de grupos de acordo com o respetivo valor de R associado. Para análise dos resultados utilizou-se a seguinte relação entre valores de R:  $R \geq 0.75$ : tipologias claramente distintas;  $0.50 \leq R < 0.75$ : tipologias algo sobrepostas;  $0.75 < R < 0.50$ : tipologias pouco distintas e,  $R < 0.25$ : Não há diferenciação entre tipologias

Procedeu-se também à padronização dos dados através da construção de matrizes de correlação. A matriz de correlação é utilizada quando se necessita de uma padronização dos dados, evitando-se problemas como a influência da magnitude das variáveis (Souza, 2000; Jackson, 1981).

O programa Statistica 7 foi utilizado para a análise comparativa dos resultados em termos de variabilidade de médias, medianas, mínimos e máximos.

## 2.5 RESULTADOS

### 2.5.1 TIPOLOGIA DE RIBEIRAS

Para a tipologia das ribeiras/troços, utilizou-se apenas os valores de variáveis obtidos nos Projetos antes das requalificações, para aproximação o mais possível ao sistema fluvial natural, pese embora alterações consideráveis resultantes do uso milenar dos campos envolventes.

Foram considerados 213 troços no total, mais concretamente 146 troços no perímetro de rega do subsistema Alqueva, 24 troços no perímetro de rega do subsistema Pedrogão e 43 troços no perímetro de rega do subsistema Ardila.

Relativamente à correlação entre variáveis ambientais nas ribeiras dos três perímetros em análise, as tabelas seguintes (tabelas 2.9, 2.10 e 2.11) evidenciam a relação existente entre as variáveis ambientais.

No âmbito dos resultados obtidos, pela correlação de Spearman, verifica-se, para todos os perímetros de rega em estudo, a existência de uma correlação positiva elevada entre as variáveis área de bacia hidrográfica e caudal. Outra correlação positiva presente nas ribeiras dos perímetros

de rega em estudo encontra-se associada às variáveis largura basal e largura da secção, verificando-se uma correlação positiva em todos os subsistemas, sendo que esta correlação foi mais forte nos perímetros dos subsistemas de Pedrogão (0,97) e do Ardila (0,76).

Salienta-se também a existência de uma correlação positiva forte (de 0,80) entre a largura e altura da secção dos troços analisados do subsistema Alqueva, o que corresponde a uma situação de aumento da largura, quando a altura do troço aumenta. Nos subsistemas do Pedrogão e do Ardila esta correlação foi menos consistente com valores de 0,57 e de 0,47, respetivamente.

Outro valor de correlação considerada relevante para a interpretação dos dados diz respeito à correlação positiva obtida entre as variáveis área de bacia hidrográfica e largura basal e entre o caudal e a largura basal, nos troços de ribeiras do subsistema do Alqueva e do Pedrogão, com 0,79 e 0,83.

Entre as variáveis distância à nascente e ordem do curso de água, também se obtiveram correlações positivas nos troços de ribeiras localizados nos perímetros de rega do Pedrogão (0,83, positiva forte) e no Ardila (com 0,77).

No caso subsistema de Alqueva (vd. tabela 2.9), de referir também a existência de correlação negativa forte (-0,91) entre a forma de vale e ordem do curso de água e entre a mineralização e a ordem do curso de água, ou seja, à medida que o vale alarga, menor é a ordem do curso de água (para jusante) e maior é mineralização.

**Tabela 2.9 – Correlação entre variáveis do perímetro de rega do subsistema do Alqueva**

Subsistema Alqueva	Distância à nascente	Altitude média do troço	Largura da secção	Altura da secção	Largura basal	Forma do vale	Mineralização	Ordem Curso de Água	Área sub-bacia	Caudal anos médios	Confluência
Distância à nascente											
Altitude média do troço	-0,44										
Largura da secção	0,52	-0,42									
Altura da secção	0,65	-0,40	0,80								
Largura basal	0,51	-0,57	0,67	0,66							
Forma do vale	-0,24	0,15	-0,50	-0,47	-0,65						
Mineralização	-0,24	0,15	-0,50	-0,47	-0,65	1,00					
Ordem Curso de Água	0,28	-0,21	0,47	0,49	0,63	-0,91	-0,91				
Área sob bacia	0,62	-0,57	0,60	0,65	0,79	-0,79	-0,79	0,77			
Caudal anos médios	0,62	-0,57	0,60	0,65	0,79	-0,79	-0,79	0,77	1,00		
Confluência	0,06	0,02	0,22	0,34	0,34	-0,58	-0,58	0,54	0,46	0,46	

Estes resultados significam que à medida que a área de bacia hidrográfica aumenta, maior é a largura do rasto do troço analisado e maior o caudal que aflui a determinado troço.

De destacar também, a correlação positiva evidenciada entre a ordem do curso de água e a área de bacia e entre o caudal médio acumulado.

Na tabela 2.10 encontram-se as correlações obtidas entre as variáveis ambientais dos troços de ribeiras localizados no perímetro de rega do subsistema do Pedrogão.

No caso dos troços do subsistema do Pedrogão, de referir, também, a correlação positiva forte (de 0,88) que se verifica entre as variáveis largura basal do troço e ordem do curso de água de *Stahler*, que evidencia o aumento da largura basal com o aumento do número de ordem do curso de água. Já o menor valor de correlação (de 0,01) verificou-se entre as variáveis altitude média do troço e a altura da secção, o que significa que à medida que a altitude média do troço diminui aumenta a altura da secção. Importa referir a correlação positiva forte (de 0,80) entre a altura da secção e a largura basal.

**Tabela 2.10 – Correlação entre variáveis do perímetro de rega do subsistema do Pedrogão**

Subsistema Pedrogão	Altitude média do troço	Altura da secção	Área sub bacia	Caudal anos médios	Confluência	Distância à nascente	Forma do vale	Largura basal	Largura da secção	Mineralização	Ordem Curso de Água
Altitude média do troço											
Altura da secção	0,01										
Área sub bacia	0,23	0,48									
Caudal anos médios	-0,24	0,48	1,00								
Confluência	-0,33	0,63	0,80	0,81							
Distância à nascente	0,07	0,67	0,73	0,72	0,85						
Forma do vale	0,49	-0,19	-0,71	-0,71	-0,49	-0,33					
Largura basal	-0,33	0,80	0,83	0,83	0,71	0,85	-0,79				
Largura da secção	-0,26	0,57	0,89	0,84	0,71	0,70	-0,82	0,97			
Mineralização	0,84	0,34	0,03	0,02	0,04	0,33	0,19	0,07	0,12		
Ordem Curso de Água	-0,19	0,39	0,85	0,84	0,55	0,83	-0,55	0,88	0,70	-0,09	

A tabela 2.11 representa a correlação entre as variáveis ambientais analisadas no perímetro de rega do Ardila.

No caso dos troços de ribeira localizados no subsistema Ardila, verifica-se, igualmente, a existência de uma correlação negativa forte (-0,93), entre as variáveis distância à nascente e altitude média do troço. Significa que ao aumentar a distância do troço (para jusante) à nascente diminui a altitude média do troço (cota do terreno).

De referir ainda a correlação negativa forte (de -0,76) entre altitude média do troço e a largura da secção, que expressa o aumento da largura da secção de vazão à medida que a altimetria do troço decresce (de montante para jusante).

Salienta-se o valor de correlação de 0,01 entre as variáveis distância à nascente e mineralização. Esta situação ocorre porque de acordo com os resultados obtidos a maioria dos troços analisados no perímetro de rega do subsistema Ardila apresentou mineralização considerada média (região de xistos).

**Tabela 2.11 – Correlação entre variáveis do perímetro de rega do subsistema do Ardila**

Subsistema Ardila	Distância à nascente	Altitude média do troço	Mineralização	Forma do vale	Ordem Curso de Água	Área sub Bacia	Caudal anos médios	Largura da secção	Altura da secção	Largura basal	Confluência
Distância à nascente											
Altitude média do troço	-0,93										
Mineralização	0,01	-0,03									
Forma do vale	-0,31	0,47	-0,26								
Ordem Curso de Água	0,77	-0,59	-0,25	0,18							
Área sub Bacia	0,60	-0,45	0,12	0,26	0,68						
Caudal anos médios	0,60	-0,45	0,12	0,26	0,68	1,00					
Largura da secção	0,74	-0,76	-0,07	-0,38	0,55	0,18	0,18				
Altura da secção	0,42	-0,30	-0,23	0,11	0,55	0,40	0,40	0,47			
Largura basal	0,64	-0,71	0,00	-0,23	0,46	0,15	0,15	0,76	0,12		
Confluência	0,09	-0,01	-0,10	0,14	0,30	0,09	0,09	-0,01	0,12	-0,14	

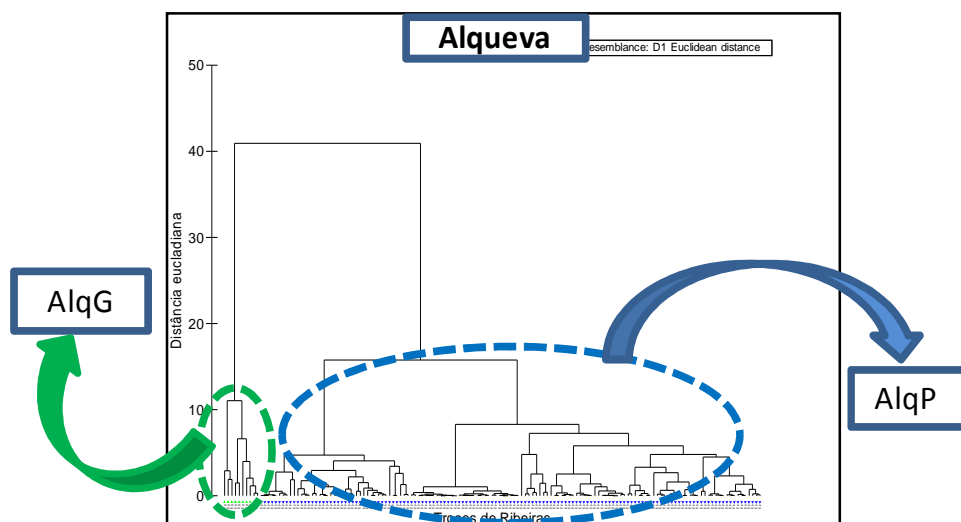
Em suma, existe um número representativo de valores superiores a 0,7 em qualquer uma das matrizes, situação que reflete a existência de uma correlação entre as variáveis moderada a forte, concluindo-se deste modo que algumas das variáveis estão muito interligadas (Lorena Vicini, 2005), sobretudo as variáveis de carácter hidrológico (área de bacia hidrográfica, caudal e distância à nascente) e morfológico (largura e altura da secção e largura de rasto).

De uma forma geral, a hierarquia fluvial é bem marcada em todos os perímetros em estudo, sendo de esperar variações de comportamento ecológico entre as ribeiras mais pequenas e as maiores.

O mesmo se pode observar nas figuras MDS seguintes, onde se verifica que a matriz ambiental relativa ao subsistema de Pedrogão foi aquela que demonstrou melhor distinção entre grupos de ribeiras grandes e pequenas, face aos resultados que apresentou para o *stress* na MDS e do *p* (nível de significância) e *R* (estatística de teste) da ANOSIM.

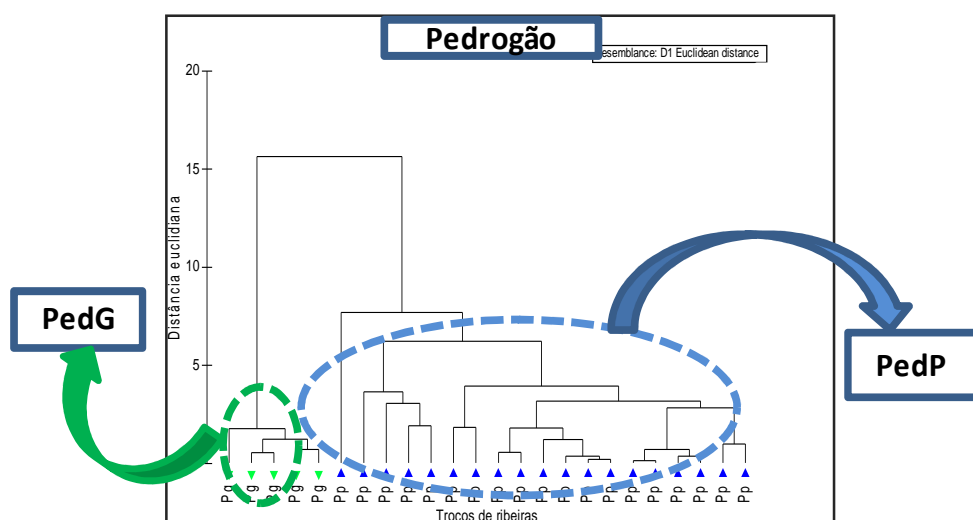
Os dendrogramas obtidos por perímetro de rega estudado (Alqueva, Pedrogão e Ardila) apresentam-se nas figuras 2.31, 2.32 e 2.33. Em cada um dos dendrogramas apresentados, é possível visualizar a divisão dos dois grandes tipos de ribeiras, grandes e pequenas.

No dendrograma obtido para as ribeiras do perímetro de rega do Alqueva, representado na figura 2.31, verifica-se que existe uma separação nítida entre as ribeiras grandes e pequenas, com tipos bastante consistentes.



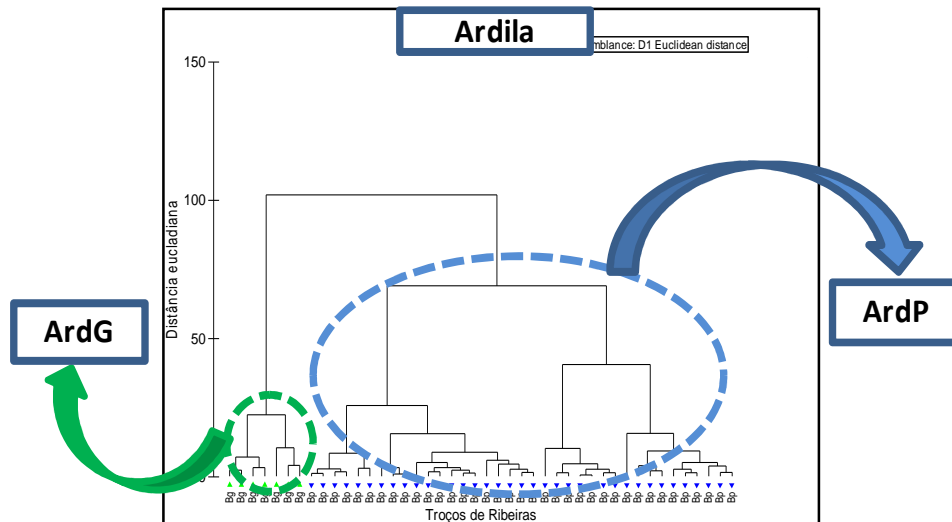
**Figura 2.31** – Dendrograma de classificação para as ribeiras do perímetro de rega do Alqueva

Relativamente ao dendrograma obtido para as ribeiras do perímetro de rega do Pedrogão (figura 2.32), os resultados obtidos demonstram tipos bastante homogêneos, com uma variabilidade de cerca de 10 % entre os tipos de ribeiras, com uma separação nítida de ribeiras pequenas e grandes.



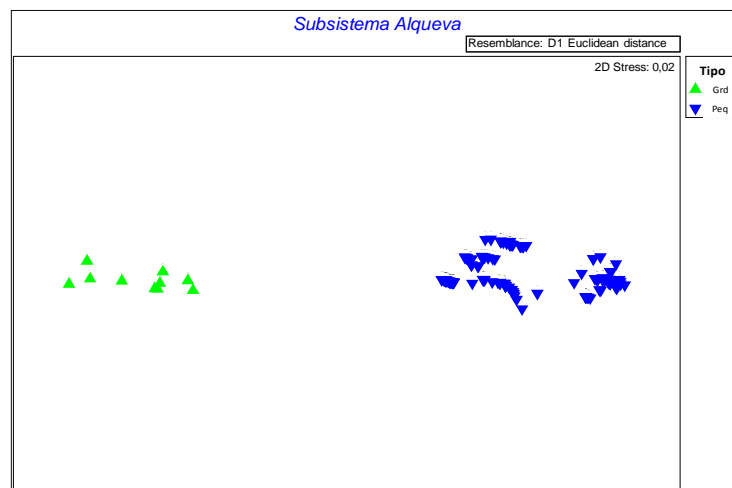
**Figura 2.32** – Dendrograma de classificação para as ribeiras do perímetro de rega do Pedrogão

Os resultados obtidos no dendrograma de classificação das ribeiras localizadas no perímetro de rega do Ardila, verifica-se que a separação não é tão nítida, apresentando alguma heterogeneidade e a maior variabilidade (distância euclidiana) entre tipos de ribeiras.



**Figura 2.33** – Dendrograma de classificação para as ribeiras do perímetro de rega do Ardila

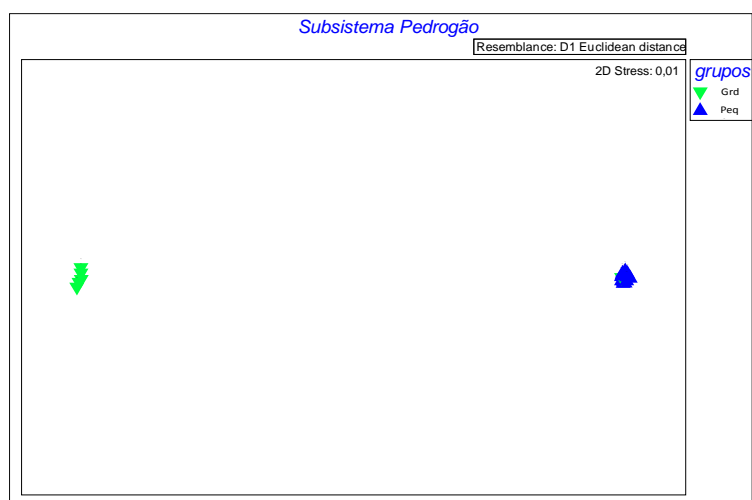
Na figura 2.34 encontra-se a representação espacial dos grupos de ribeiras do perímetro de rega do Alqueva. O resultado obtido pela análise das variáveis ambientais evidencia uma divisão de tipos de ribeiras, pequenas e grandes, bastante consistente.



**Figura 2.34** - MDS para as variáveis ambientais no perímetro de rega do Alqueva

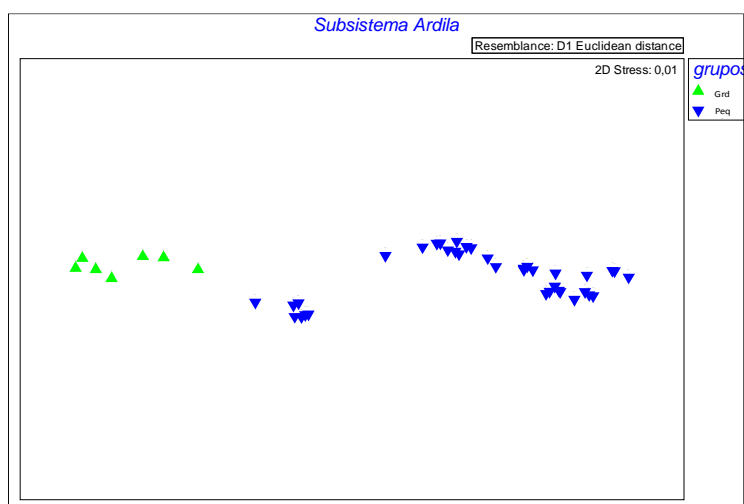
A figura 2.35 representa a diferenciação espacial obtida nas ribeiras localizadas no perímetro de rega do Pedrogão, e evidencia uma separação nítida entre tipos de ribeiras pequenas e grandes.





**Figura 2.35** - MDS para as variáveis ambientais no perímetro de rega do Pedrogão

A MDS representada na figura 2.36, relativo às ribeiras do perímetro de rega do Ardila revela também uma diferenciação espacial entre grupos, embora menos consistente.



**Figura 2.36** - MDS para as variáveis ambientais no perímetro de rega do Ardila

Genericamente, os resultados obtidos no âmbito da análise às variáveis abióticas/ambientais dos perímetros de rega de Pedrogão e Ardila, evidenciaram uma melhor diferenciação tipológica espacial associada a um menor valor de *stress*, comparativamente com o inventário de variáveis ambientais para o subsistema do Ardila.

Qualquer dos valores obtidos (de *stress* inferior a 0,05 revelam uma adequada diferenciação tipológica espacial, com representação excelente, sem problemas de erro na interpretação, representando um bom ajustamento entre as distâncias reais e as distâncias nos eixos.

Para efeito de validação dos resultados obtidos, apresenta-se a tabela 2.12 onde constam os resultados para cada subsistema, mais concretamente valores de *stress* (MDS), Cluster formados, ANOSIM (R e p).

**Tabela 2.12** - Valores de stress, p e R

		Alqueva	Pedrogão	Ardila
<b>MDS Stress</b>		0,02	0,01	0,01
		Boa ordenação dados, sem problemas reais de erro na interpretação.	Representação excelente sem problemas de erro na interpretação	Representação excelente sem problemas de erro na interpretação
<b>Cluster</b>		AlqG e AlqP	PedG e PedP	ArdG e ArdP
<b>ANOSIM</b>	<b>R</b>	1	1	0,863
		Existem diferenças significativas entre as amostras	Existem diferenças significativas entre as amostras	Existem diferenças significativas entre as amostras
	<b>p</b>	0,1 % ou $p < 0,01$	0,1 % ou $p < 0,01$	0,1 % ou $p < 0,01$
	Diferenças grandes (R próximo de 1 e provadas (p pequeno)			

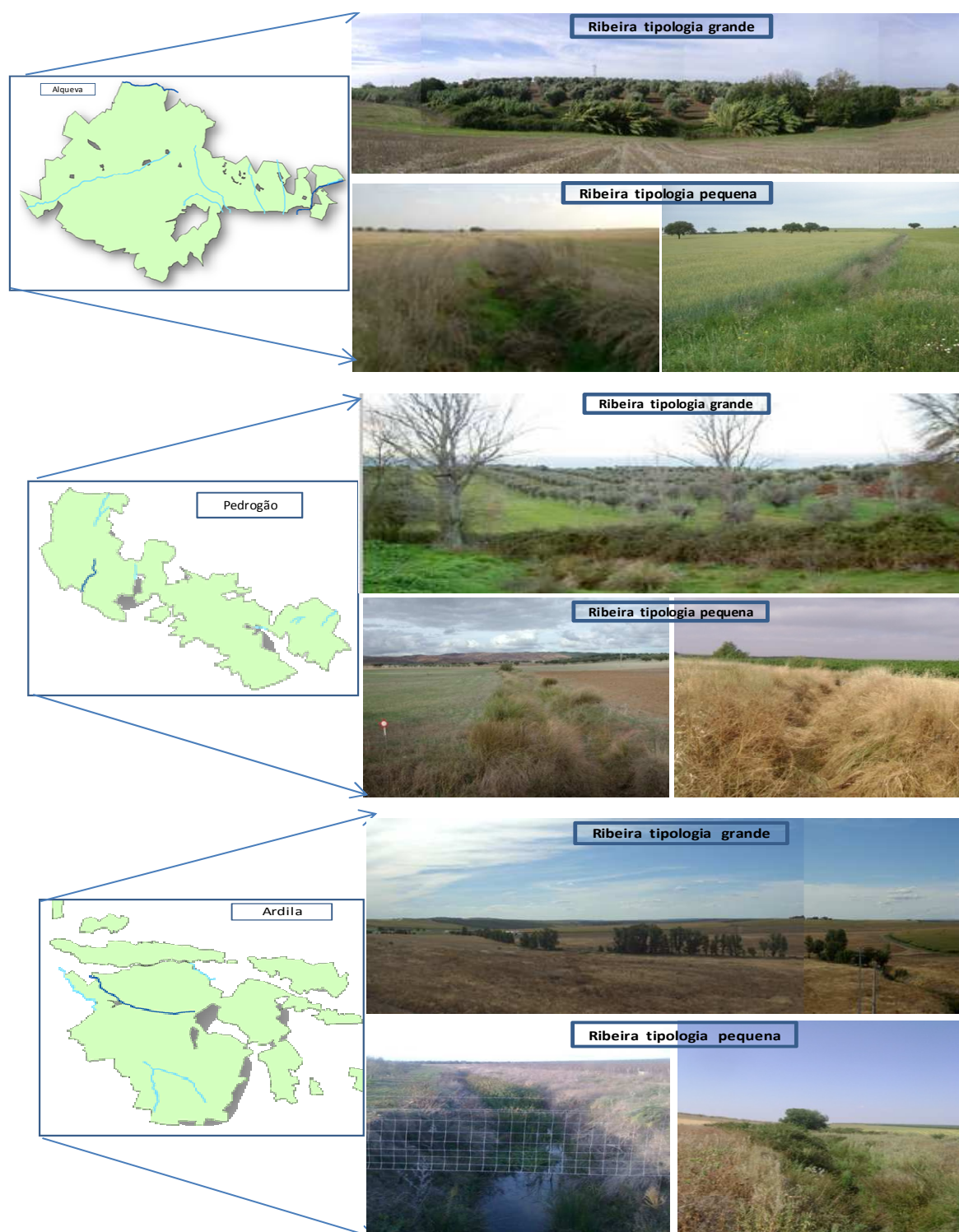
O maior valor de *stress* obtido para o perímetro de rega do subsistema Alqueva pode ser influenciado pelo facto de este subsistema apresentar um maior número de troços (o triplo de troços comparativamente com os troços do subsistema Ardila e o quádruplo dos troços comparativamente com os troços de Pedrogão).

O tratamento estatístico revelou distinção entre tipos de ribeiras grandes e pequenas para cada um dos Subsistemas. Os resultados da classificação decorrentes da matriz abiótica/ambiental para o total de 213 troços de ribeiras analisadas, possibilitaram a obtenção de 2 grupos/tipos bastante coesos de ribeiras por subsistema, totalizando 3 tipos de ribeiras grandes, nomeadamente, AlqG, PedG e ArdG, 3 tipos de ribeiras pequenas, nomeadamente, AlqP, PedP e ArdP.

A figura 2.37 ilustra exemplos de ribeiras dos tipos de ribeiras grandes e pequenas dos perímetros de rega do Alqueva, Pedrogão e Ardila.

De um modo geral, verifica-se que as ribeiras grandes localizam-se em vales mais estreitos e as ribeiras pequenas em vales são mais amplos. Por outro lado, as ribeiras pequenas caracterizam-se, em termos de estratos de vegetação presente, por apresentarem sobretudo vegetação herbácea nos taludes e margens (sendo que as margens em muitos casos estão agricultadas até ao topo do talude).

As ribeiras grandes apresentam, em termos de estratos de vegetação presentes, os três estratos, ou seja, arbóreo, arbustivo e herbáceo. Refira-se ainda que as ribeiras grandes apresentam mais tributários do que as ribeiras pequenas e em termos morfológicos apresentam maiores larguras de leito e secção e maior altura de secção.



**Figura 2.37** – Ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos subsistemas Alqueva, Pedrogão e Ardila

Do total de ribeiras intervencionadas no perímetro de Rega do Alqueva, e da análise efetuada a 6 ribeiras, 6 ribeiras pertencem ao tipo de ribeiras pequenas e 2 ribeiras ao tipo de ribeiras grandes.

Da análise exploratória efetuada, resulta que das 8 ribeiras intervencionadas no perímetro de rega do Pedrogão, 7 ribeiras correspondem a ribeiras pequenas e apenas uma ribeira é considerada do tipo grande.

Num total de 6 ribeiras intervencionadas no perímetro de rega do subsistema Ardila, obteve-se pela análise multivariada o seguinte resultado, 1 ribeira corresponde à tipologia grande e as restantes 6 ribeiras à tipologia pequeno.

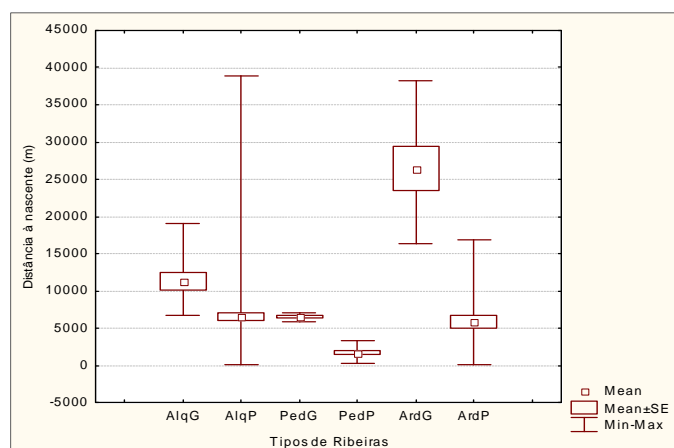
## 2.5.2 VARIABILIDADE AMBIENTAL ENTRE TIPOS DE RIBEIRAS

A variabilidade das variáveis abióticas foi analisada com base no programa Estatística 7 para os 6 tipos de ribeiras grandes e pequenas obtidas através da análise estatística multivariada.

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que as variáveis: distância à nascente, área da sub-bacia hidrográfica e caudal médio anual, foram as variáveis que mais contribuíram para a definição de tipos de ribeiras grandes e pequenas. As variáveis largura e altura da secção e largura do rasto, também permitiram diferenciar os tipos de ribeiras grandes dos tipos pequenos.

Os resultados das variáveis ambientais contínuas (distância à nascente, área de sub bacia hidrográfica, caudal anual, altitude média do troço, largura e altura da secção e largura do rasto), relativos às médias, mínimos e máximos para os tipos de ribeiras pequenos e grandes de cada um dos Perímetros de Rega em estudo, encontram-se nas tabelas 2.38, 2.39, 2.40 e 2.41.

A figura 2.38 ilustra a variabilidade da distância à nascente entre os tipos de ribeiras grandes e pequenas das áreas dos três perímetros de rega, em estudo.



**Figura 2.38** - Variabilidade da distância à nascente entre tipos de ribeiras grandes e pequenas nos três subsistemas

O grupo de ribeiras do tipo grande do perímetro de rega do subsistema de Ardila (ArdG) foi o grupo que apresentou maior distância à nascente, com uma média de 26403,96 m, sucedendo-se o tipo de ribeiras grandes do subsistema de Alqueva com 11301,87 m. O tipo de ribeiras com menor distância à nascente, de 1656,13 m, foi o tipo de ribeiras pequenas localizado no perímetro de rega do subsistema do Pedrogão (PedP), seguido das ribeiras do mesmo tipo, localizadas no perímetro de

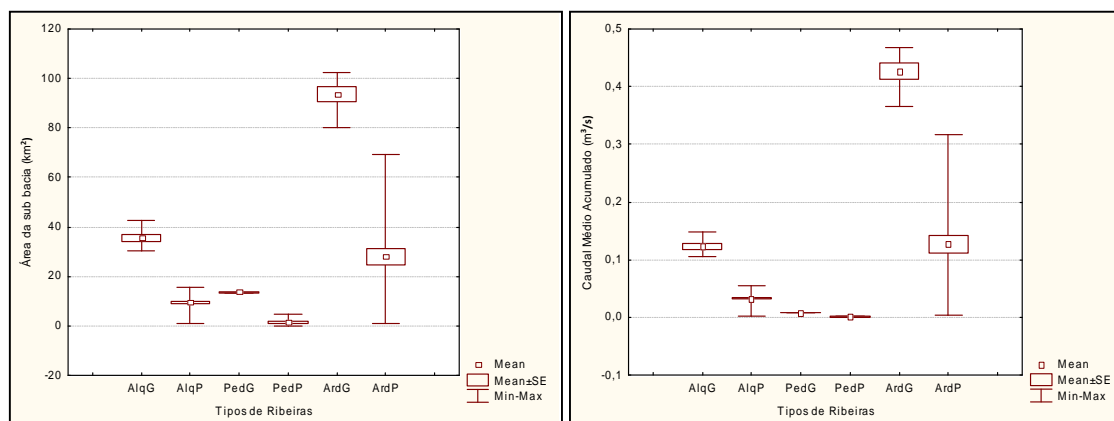
rega do subsistema Ardila (ArdP), com 5893,74 m. Os grupos ArdG e AlqP apresentam os maiores valores de máxima e os grupos PedP, ArdP e AlqP foram os que apresentaram menores valores de mínimas para a variável distância à nascente.

De salientar, no entanto, que as ribeiras do tipo grande do perímetro de rega do Pedrogão (PedG) apresentam praticamente a mesma distância à nascente que o tipo de ribeiras pequeno dos perímetros de rega do Alqueva (AlqP) e do Ardila (ArdP).

Sumarizando, as maiores variações de distância à nascente verificaram-se nas ribeiras grandes localizadas no perímetro de rega do Ardila, seguindo-se as ribeiras do perímetro de rega do Alqueva e finalizando com as ribeiras pequenas do Pedrogão. Já nas ribeiras pequenas observaram-se as maiores variações nas ribeiras localizadas no perímetro de rega do Alqueva, seguindo-se as ribeiras localizadas nos perímetros de rega do Ardila e finalizando com as ribeiras do perímetro de rega do Pedrogão.

De salientar ainda que as tipologias pequeno e grande separam-se muito bem no que concerne à variável distância à nascente, apesar das ribeiras localizadas no perímetro de rega do Pedrogão esta separação não ser tão notória.

Na figura 2.39 apresentam-se as variações obtidas no âmbito das variáveis área de sub bacia hidrográfica e caudal médio para os 6 tipos de ribeiras em análise.



**Figura 2.39** - Variabilidade da área de sub bacia hidrográfica e do caudal anual médio entre tipos de ribeiras grandes e pequenas nos três subsistemas

As ribeiras grandes localizadas no subsistema Ardila (ArdG) foram as que apresentaram maior variação, com a maior média no que concerne à área de sub-bacia hidrográfica de 93,55 Km<sup>2</sup> e, maior média de caudal médio de 0,43 m<sup>3</sup>/s, em oposição às ribeiras grandes do subsistema de rega de Pedrogão (PedG) com valores mais baixos de média de 13,53 km<sup>2</sup> e de 0,00715 m<sup>3</sup>/s, respetivamente.

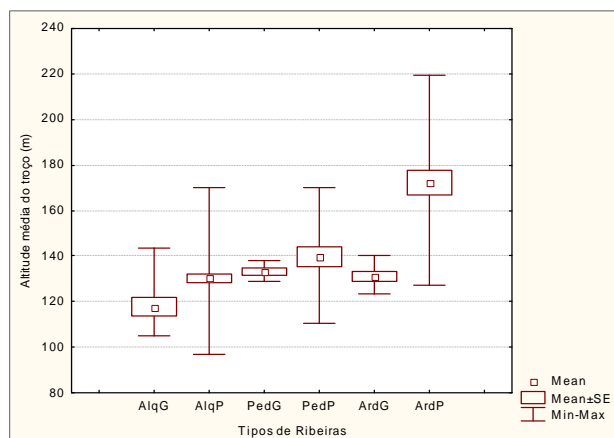
As ribeiras grandes localizadas no perímetro de rega do Alqueva (AlqG) apresentam valor intermédio, com 35,43 Km<sup>2</sup> e com 0,123 m<sup>3</sup>/s.

Relativamente às ribeiras pequenas, verifica-se que a maior variação de área de bacia hidrográfica e de caudal médio se verificou nas ribeiras localizadas no perímetro de rega do Alqueva (AlqP), seguindo-se as ribeiras do perímetro de rega do Ardila (ArdP) e finalizando com as ribeiras pequenas do Pedrogão (PedP). Em termos de média de área de bacia hidrográfica e de caudal, observaram-se os seguintes valores: 27,89 Km<sup>2</sup> e 0,127 m<sup>3</sup>/s nas ribeiras do perímetro de rega do Ardila (ArdP); 9,56 Km<sup>2</sup> e 0,0332 m<sup>3</sup>/s nas ribeiras do perímetro de rega do Alqueva (AlqP) e, 1,42 Km<sup>2</sup> e 0,00078 m<sup>3</sup>/s para as ribeiras localizadas no perímetro de rega do Pedrogão (PedP).

Em suma, as tipologias de ribeiras, pequena e grande encontram-se bem separadas, sobretudo no que concerne às variáveis área de sub-bacia hidrográfica e de caudal médio acumulado. À semelhança do observado para a variável distância à nascente, também nestas variáveis as ribeiras grandes e pequenas localizadas no perímetro de rega do Pedrogão foram as que apresentaram menor distinção.

O grupo de ribeiras grandes do perímetro de rega do Ardila (ArdG), foi o que apresentou maiores valores de área de bacia hidrográfica, de caudal e de distância à nascente, em oposição às ribeiras do tipo pequeno do perímetro de rega do Pedrogão (PedP) onde se registaram os valores mais baixos de área bacia hidrográfica, caudal e de distância à nascente.

A variabilidade da variável altitude média do troço, encontra-se ilustrada na figura seguinte.



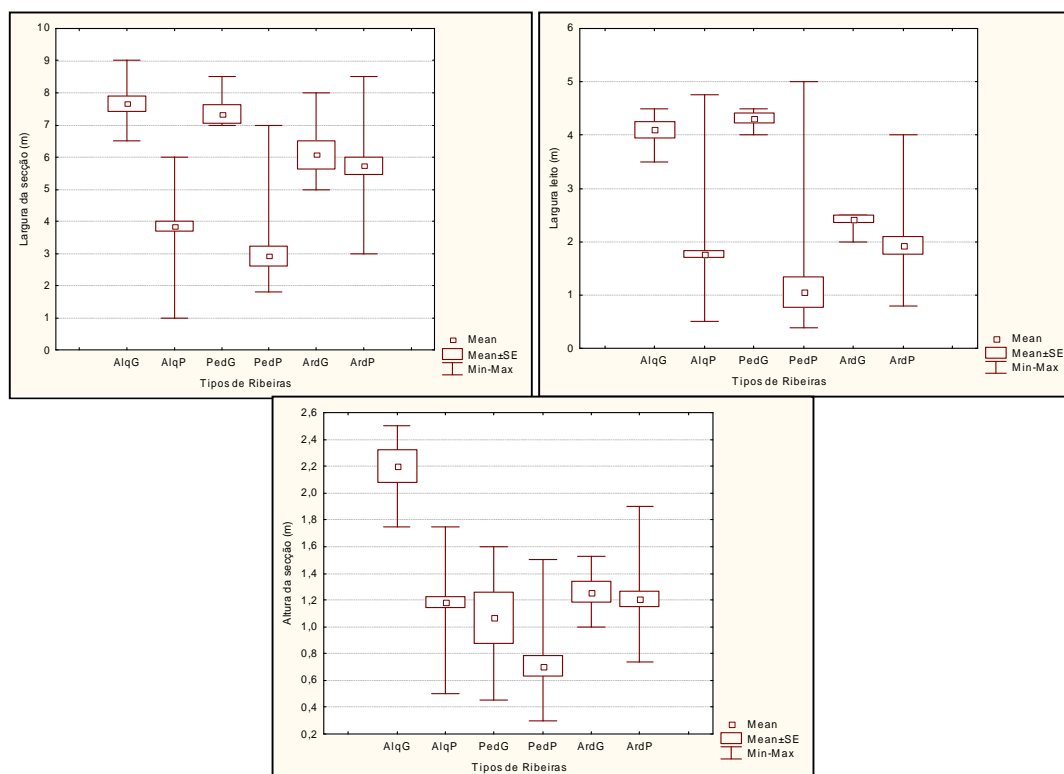
**Figura 2.40** - Variação da altitude média entre os 6 tipos de ribeiras

Relativamente à variável altitude média do troço, as ribeiras pequenas do perímetro de rega do subsistema Ardila (ArdP) foi o tipo de ribeiras que apresentou o maior valor de média, de 172,03 m e, de máxima de 219,52 m, contrariamente às ribeiras grandes localizadas no perímetro de rega do Alqueva (AlqG) que apresentaram o valor mais baixo de altura do troço, com 117,49 m. No entanto,

em termos gerais, a altitude varia pouco e apenas nas ribeiras localizadas no perímetro de rega do Ardila, aparecem diferenças importantes.

Destaca-se que qualquer um dos grupos de ribeiras pequenos, AlqP, PedP e ArdP apresenta no mesmo perímetro de rega ou subsistema valores mais elevados de altitude média, analogamente aos tipos de ribeiras grandes, AlqG, PedG e ArdG.

Na figura 2.41, apresenta-se a variação da altura e largura da secção ao longo dos 6 tipos de ribeiras.



**Figura 2.41** – Variação da largura e altura da secção, e largura de rasto nos 6 tipos de ribeiras

Os tipos de ribeiras que apresentaram a maior largura e altura da secção foram as ribeiras grandes localizadas no perímetro de rega do Alqueva (Alq G) com 7,65 metros de largura e 2,20 metros de altura. No entanto, em termos de largura de rasto, as ribeiras grandes localizadas no perímetro de rega do Pedrógão (PedG), foram as que apresentaram maiores valores de largura, com 4,32 m de média, seguindo-se as ribeiras grandes do perímetro de rega do Alqueva (AlqG) e terminando com as ribeiras grandes do perímetro de rega do Ardila (AlqG), com 2,43 m.

Este facto pode resultar do facto do nº. de troços analisados no subsistema de Alqueva, ter sido superior aos troços analisados nos subsistemas de Ardila e Pedrogão. Nestes dois subsistemas de salientar, que as ribeiras grandes do subsistema Pedrogão apesar de apresentarem uma maior

largura de secção comparativamente com as ribeiras grandes do Subsistema Ardila, possuem uma menor altura da secção.

Relativamente ao tipo de ribeiras pequenas, são as que se localizam no subsistema do Ardila (ArdP) que apresentam os maiores valores de largura e altura da secção (com 5,73 m e 1,21 m, respetivamente), seguindo-se as ribeiras pequenas localizadas no subsistema Alqueva (AlqP) com 3,84 m e 1,19 m de largura e altura da secção e, concluindo com as ribeiras do Pedrogão (PedP) com os valores de altura e largura da secção mais baixos, de 2,90 m e 0,71 m, respetivamente.

No que à largura do rasto diz respeito, as ribeiras pequenas localizadas no perímetro de rega do Ardila (ArdP) foram as que apresentaram maior largura de rasto, com 1,94 m, seguindo-se as ribeiras localizadas no perímetro de rega do Alqueva (AlqP) com 1,77m e, por fim as ribeiras localizadas no perímetro de rega do Pedrogão (com 1,06 m).

Salienta-se ainda, que as ribeiras pequenas do perímetro de rega de Pedrogão (PedP) foram as que apresentaram os valores de máxima mais elevados para a variável largura de rasto, com 5,0 m, seguindo-se as ribeiras pequenas do perímetro de rega do Alqueva (AlqP) com 4,75 m. O mesmo se constata em relação aos valores de mínima, tendo os resultados mais baixos, de 0,38m e de 0,80m, sido observados nos perímetros em questão. Ainda em relação à variável largura da secção, o grupo de ribeiras pequeno do perímetro de rega do Alqueva (AlqP) foi o que apresentou o valor de mínima mais baixo (1,0 m), seguindo-se o tipo de ribeiras pequenas do perímetro de rega do Pedrogão (PedP) com 1,80 m e finalizando com as ribeiras pequenas do Ardila (ArdP) com 3,00 m. Os maiores valores de máxima, registaram-se para as ribeiras grandes do subsistema de Alqueva (AlqG) com 9,0 m, seguindo-se os grupos de ribeiras pequenas dos subsistemas do Ardila (ArdP) e de Pedrogão (PedG) com 8,5 m.

Para a variável altura da secção, registaram-se os maiores valores de máxima nas ribeiras grandes do perímetro de rega do Alqueva (AlqG) com 2,50 m, seguido das ribeiras do tipo pequeno do perímetro do Ardila (ArdP) com 1,90 m e concluindo com as ribeiras pequenas de perímetro de rega do Ardila (ArdP) com 1,75 m. Relativamente aos valores de mínima, os resultados mais baixos para a variável altura da secção registaram-se nas ribeiras pequenas do perímetro de rega do Pedrogão (PedP) com 0,71m, seguindo-se as ribeiras grandes de Pedrogão (PedG) com 1,07 m e, ribeiras pequenas do perímetro de rega do Alqueva (AlqP) com 1,19 m.

Em síntese, as ribeiras distinguem-se claramente no que diz respeito à largura da secção e do rasto/leito, em particular nas ribeiras localizadas nos perímetros de rega do Alqueva e do Pedrogão, já nas ribeiras localizadas no perímetro de rega do Ardila a diferença é menor. Para a variável altura



da secção registou-se a maior diferença entre ribeiras grandes e pequenas no perímetro de rega do Alqueva.

Seguidamente procede-se à explanação dos resultados obtidos (vd. tabela 2.13) no âmbito da variabilidade estatística (medianas, máximos e mínimos) relativa às variáveis discretas, mineralização, forma do vale, ordem do curso de água de *Strahler* e confluência.

**Tabela 2.13 – Medianas, mínimos e máximos**

Variáveis	Subsistema Alqueva				Subsistema Ardila				Subsistema Pedrogão			
	Alq G		Alq P		Ard G		Ard P		Ped G		Ped P	
	Mediana	Min-Max	Mediana	Min-Max	Mediana	Min-Max	Mediana	Min-Max	Mediana	Min-Max	Mediana	Min-Max
Confluência	1	0-1	0	0-1	1	0-1	0	0-1	1	1	0	0-1
Forma do vale	1	1-2	3	3	3	3	3	2-3	1	1-2	3	2-3
Mineralização	2	2	3	3	2	2	2	1-3	2	2	2	1-3
Ordem Curso Água <i>Strahler</i>	3	3	2	1-2	3	3	2	1-3	2	2	1	1-2

Para a variável mineralização, pode-se afirmar que as ribeiras do tipo pequeno localizadas no subsistema de Alqueva (AlqP) apresentaram o maior valor de mediana (ou seja, de 3) situação que reflete a localização destas ribeiras em áreas de elevada mineralização. Todos os restantes grupos de ribeiras grandes e pequenas, AlqG, PedG, PedP, ArdG e ArdP, localizam-se em áreas de mineralização média (ou seja de valor mediano de 2). Os valores de máximas mais elevadas (de 3) pertencem às ribeiras pequenas dos perímetros de rega do Alqueva (AlqP), do Ardila (ArdP) e Pedrogão (PedP), enquanto os valores de mínima correspondem às ribeiras pequenas do perímetro de rega do Ardila (ArdP) e Pedrogão (PedP) com 1 (baixa mineralização).

Em relação à variável forma do vale, todas as ribeiras do tipo pequeno dos perímetros de rega dos subsistemas Alqueva (AlqP), Pedrogão (PedP) e Ardila (ArdP), apresentam mediana de 3, valor que expressa a localização destas ribeiras em vales mais largos. As ribeiras do tipo grande localizadas nos subsistemas de Pedrogão (PedG) e de Alqueva (AlqG) apresentaram vales encaixados (com valor de mediana de 1), em oposição às ribeiras do tipo grandes localizadas no subsistema do Ardila (ArdG) cuja forma do vale alarga (valor de mediana de 3). De referir os valores de máxima (de mediana de 3, relativo a vales largos) obtidos para as ribeiras pequenas dos perímetros de rega de Pedrogão (PedP) e do Alqueva (AlqP) e ribeiras grandes do perímetro de rega do Ardila (ArdG). Nos valores mínimos (de mediana de 1, correspondente a vales encaixados) destacam-se as ribeiras grandes dos perímetros de rega do Alqueva (AlqG) e do Pedrogão (PedG).

No que concerne à variável confluência apresentou valores de mediana mais elevados (de 1, correspondente à existência de confluência) para os tipos de ribeiras grandes nos perímetros de rega do Alqueva (AlqG), Pedrogão (PedG) e Ardila (ArdG), em oposição ao valor apresentado para o tipo

de ribeiras pequenas dos mesmos perímetros de rega, AlqP, PedP e ArdP, respetivamente, cuja mediana foi de zero para qualquer um dos perímetros, condição que explica que alguns dos troços de ribeiras do tipo grande apresentam outros afluentes. De destacar também os valores de mínimos apresentados para as ribeiras pequenas dos perímetros de rega de Pedrogão (PedP) e de Alqueva (AlqP).

Relativamente à variável ordem do curso de água de *Strahler*, os valores de mediana mais elevados (de 3) verificaram-se nas ribeiras do tipo grande localizadas nos subsistemas de Ardila (ArdG) e de Alqueva (AlqG). Este resultado é eloquente face à maior distância que os troços destas ribeiras apresentam de 11301,87 e 26403,96 m, para AlqG e ArdG respetivamente, comparativamente com os troços analisados das ribeiras grandes do perímetro de rega do subsistema de Pedrogão (PedG), com 6530,90 m. Salienta-se ainda que as ribeiras pequenas dos perímetros de Rega de Alqueva (AlqP) e do Ardila (ArdP) apresentaram a mesma mediana (de 2) que as ribeiras grandes do perímetro de rega do subsistema do Pedrogão (PedG), situação semelhante ao obtido nas variáveis contínuas, distância à nascente e área de bacia hidrográfica.

## 2.6 DISCUSSÃO

Face ao exposto, para se perceber o funcionamento ecológico do ecossistema ribeirinho é necessário, numa primeira fase, proceder à divisão e caracterização por tipos, uma vez que esta abordagem permite o estabelecimento de relações causa-efeito semelhantes, com comportamentos análogos, em termos de funcionamento e estrutura ecológica, em grupos de ribeiras com o mesmo tipo.

As ribeiras utilizadas no âmbito da definição da tipologia, são mediterrânicas e portanto com características hidrológicas peculiares, entre as quais, um escoamento médio anual que varia de 100 a 200 mm (distância interquartil), uma precipitação média anual baixa (cerca de 600 mm em média), de zonas com temperatura média anual elevada (cerca de 16 °C em média) (INAG, 2008), o que, em conjunto com a sua pequena dimensão, confere à grande generalidade destes cursos de água um regime hidrológico temporário. Este tipo de rios, de acordo com a classificação atribuída no âmbito da tipologia de rios em Portugal Continental, no âmbito da implementação da Diretiva Quadro da Água, caracterizam-se por Rios do Sul de Pequena Dimensão.

Por outro lado, e em termos de características abióticas, a zona das ribeiras em estudo, no que se refere à litologia, é de natureza essencialmente siliciosa, apresentando, no entanto, algumas

manchas de natureza calcária e, de um modo geral, apresenta grau de mineralização intermédio (INAG, 2008).

Para as ribeiras em estudo, intervencionadas por ações de limpeza e de reperfilamento, utilizaram-se variáveis de carácter ambiental, do canal fluvial e de vegetação para constituição de base de dados. Contudo, para a análise da tipologia utilizaram-se apenas variáveis ambientais/abióticas, pelo facto destas não serem suscetíveis de serem alterados pela atividade humana. Estas variáveis, representam os eixos ecológicos determinantes dos ecossistemas fluviais mediterrânicos em termos hidrológicos, de hierarquia e de geomorfologia.

Em geral, os tipos formados (ribeiras grandes e pequenas) relacionam-se de forma consistente com as variáveis ambientais usadas para separar e caracterizar os tipos, sendo que as variáveis associadas à área da sub-bacia hidrográfica, caudal médio anual e distância à nascente foram as mais discriminantes para a definição de tipologias.

Face às características hidrológicas e de localização destas ribeiras, em áreas agrícolas, deve-se considerar o fator antrópico (com ação agrícola milenar), circunstância que não lhes confere um grau de intocabilidade.

As ribeiras em estudo foram, no âmbito do projeto da rede drenagem sujeitas a intervenções específicas, de limpeza e reperfilamento, cujo procedimento variou consoante as características hidrológicas e hidráulicas de cada uma das ribeiras em específico (vd. capítulo II, ponto 2.3.1) relativo ao documento relativo às Orientações para a elaboração de projetos da rede de drenagem dos perímetros de rega do EFMA. De facto, as intervenções foram concebidas no sentido de assegurar um escoamento eficiente, garantido deste modo a normalização das condições hidráulicas, permitindo o objetivo principal do aproveitamento hidroagrícola, ou seja, criar e manter condições favoráveis à exploração agrícola de regadio.

Neste contexto, as tipologias de intervenções/requalificações tiveram por base a classificação das ribeiras em termos de características hidrológicas e hidráulicas, tendo de um modo geral coincidido o tipo de ação (limpeza vs. reperfilamento) com a tipologia de ribeira (pequena vs. grande), ou seja as ribeiras do tipo pequeno tiveram essencialmente intervenções associadas ao reperfilamento, no entanto, já as ribeiras grandes, apesar de nas ribeiras em estudo terem apresentado áreas de bacia hidrográfica inferior a 50 km<sup>2</sup> (em dois perímetros, de Alqueva e de Pedrogão), apenas se procedeu a intervenções associadas à limpeza, situação que pode ter resultado da injustificabilidade da intervenção de reperfilamento pelo facto das ribeiras grandes, em estudo, já terem sido alvo de pré-requalificação (pelo proprietário dos terrenos contíguos às ribeiras)



## CAPITULO III

### 3 ESTRUTURA E EVOLUÇÃO DE RIBEIRAS INTERVENIONADAS

#### 3.1 ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

De um modo geral, em termos de caracterização das ribeiras localizadas na área em estudo, de referir que, em termos hidrológicos, exibem um regime temporário de caudais e uma dependência da água subterrânea nos meses quentes e secos de Verão (Gasith & Resh, 1999).

Em termos hidrológicos, caracterizam-se por cursos de água de pequenas dimensões, de escoamento tipicamente mediterrânico (de carácter torrencial), que sofrem um profundo défice hídrico de Verão, permanecendo secos ou com pouca água durante uma parte do ano. Apenas após as chuvas Inverniais é que se estabelecem, nestas ribeiras, as condições hidrológicas mais favoráveis.

Face aos eventos sazonais a que estão sujeitas, com episódios de inundações e secas, qualquer tipo de alteração hidrológica dos padrões hidrológicos destas ribeiras pode afetar profundamente o biota aquático (Gasith & Resh, 1999).

A figura 3.1 exemplifica duas ribeiras agrícolas da região do estudo, uma com menor capacidade de escoamento e outra com maior capacidade de escoamento onde é possível verificar a situação de alagamento temporário.



**Figura 3.1** - Alagamento temporário das ribeiras em estudo

Importa salientar ainda que, em regiões mediterrânicas, a distribuição anual das precipitações determina que, em muitos cursos de água, se desenvolvam descontinuidades espaciais e temporais no sistema de corrente. Após a interrupção do caudal superficial, formam-se pegos com água que

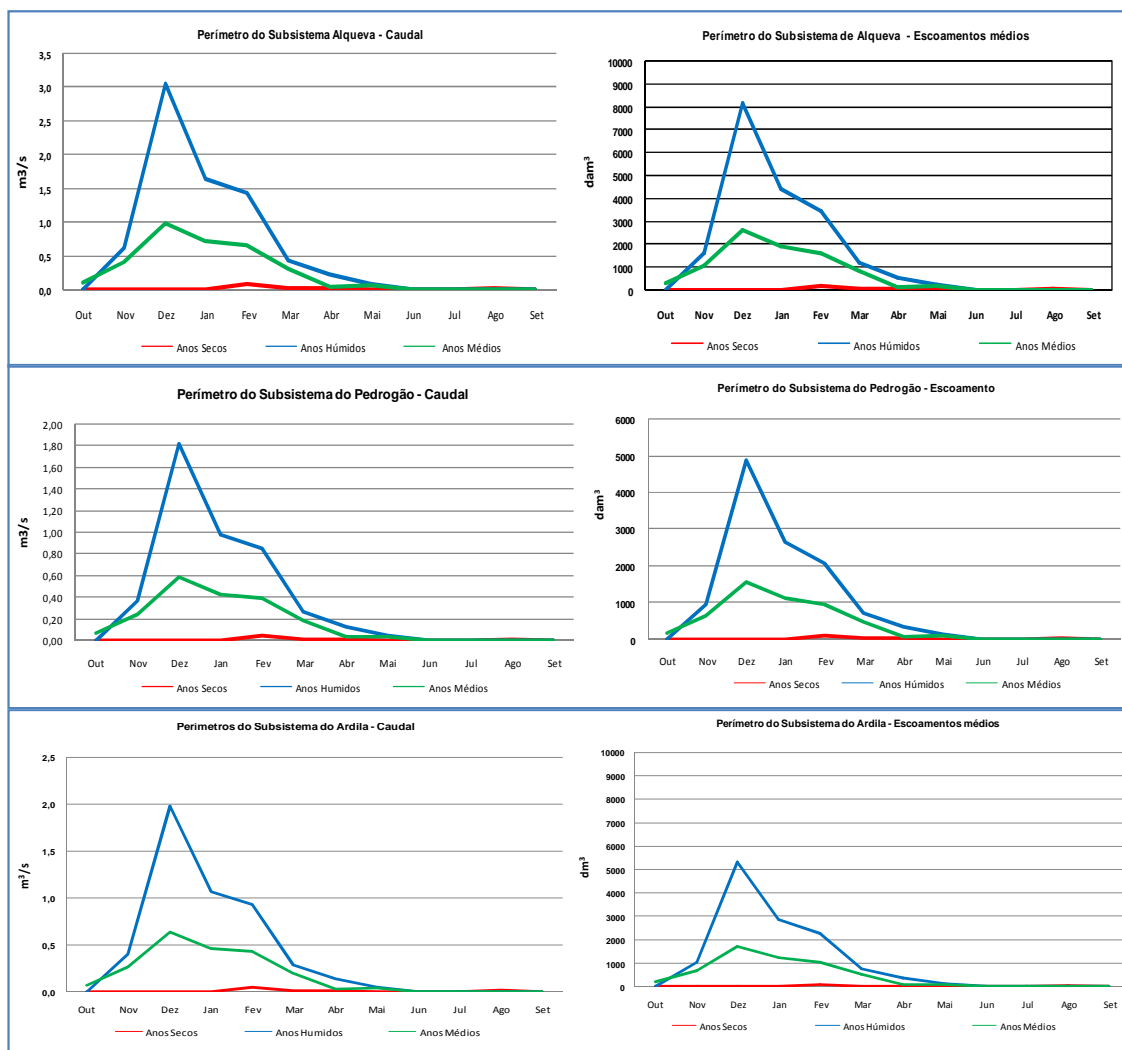
desenvolvem rapidamente características biológicas dependentes das condições físicas registadas (Smith & Pearson, 1987). Similarmente, as comunidades terrestres estão sujeitas ao ciclo hidrológico, onde as interações bióticas e abióticas atuam a diferentes escalas.

As características sazonais/episódicas do fluxo de água ajustam-se igualmente às zonas de clima árido e semiárido. As alternâncias anuais do fluxo de água, em ocasiões drásticas de seca e de enxurrada, constituem fenómenos hidrológicos gerais que definem ambos os sistemas – mediterrânicos e áridos/semiáridos. Existem, contudo, diferenças essenciais entre os sistemas lóticos nestas duas zonas climáticas. Enquanto nos rios mediterrânicos, a temporalidade do fluxo de água depende, fundamentalmente, do modelo de distribuição anual das precipitações, nos rios das zonas áridas e semiáridas, a permanência anual e inter-anual da água no leito dos rios depende, sobretudo, do balanço precipitação/evapotranspiração ou do nível do lençol freático.

Os cursos de água localizadas a Sul da Península Ibérica, e neste caso concreto, das ribeiras em estudo, caracterizam-se por um caudal nulo ou muito baixo durante o período de estiagem, com grandes extensões de leito seco (Alves & Bernardo, 1998).

A figura 3.2 ilustra a variação do caudal e do escoamento nos perímetros dos subsistemas em estudo (Alqueva, Pedrogão e Ardila). A fonte de dados para execução dos gráficos foi baseada no Sistema Nacional de Informação de Recurso Hídricos (SNIRH). Com base na informação inventariada determinou-se o escoamento mensal e anual específico (mm) da bacia hidrográfica na secção da estação hidrométrica de Entradas, com registos de 1970/71 a 2010/2011 (com algumas falhas). Ponderou-se a precipitação mensal e anual sobre a área em estudo, utilizando as estações meteorológicas de Ferreira do Alentejo, Santa Vitória e Barragem do Roxo, com um período comum de 1970/71 a 2010/11. Corrigiram-se os escoamentos específicos para a área em estudo, através da relação das precipitações ponderadas na área em estudo e as precipitações na estação meteorológica de Castro Verde com registos de 1931/32 a 2011/2012, com falhas significativas para a bacia hidrográfica de Entradas.

Pela análise aos gráficos, verifica-se que o caudal e o escoamento relativo aos anos húmidos e anos médios, apresentam os maiores valores entre os meses de Dezembro e Janeiro para todos os subsistemas em estudo. Verifica-se que, a partir de Maio, os valores de caudal e de escoamento são muito semelhantes nos subsistemas em estudo (com os valores mais baixos a oscilarem entre os meses de Maio a Setembro).



**Figura 3.2 -** Variação do escoamento e do caudal na área dos perímetros de rega dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila (SNIRH, 2012)

Embora o regime hidrológico tenha uma elevada predictabilidade sazonal, a distribuição interanual da precipitação é irregular, classificando-se a constância do escoamento das ribeiras, com um regime hidrológico temporário e intermitente. Estas ribeiras em geral escoam durante as estações húmidas e secam nas de estiagem; durante as estações chuvosas, transportam os caudais superficiais e subterrâneos, pois o lençol de água subterrâneo conserva-se acima do leito fluvial e alimenta o curso de água; na época seca, o lençol freático desce a um nível inferior ao do leito e o escoamento cessa ou ocorre somente durante, ou imediatamente após, as chuvadas (Lencastre & Franco, 1984).

A magnitude, a frequência, a duração, a predictabilidade dos caudais e a taxa de alteração das condições hidrológicas são apontados por Poff *et al.*, (1997) como componentes críticos do regime hidrológico na regulação dos processos ecológicos em sistemas lóticos, contribuindo direta ou indiretamente para a integridade ecológica do ecossistema. Importa referir, por outro lado, que em

termos de produtividade, a disponibilidade em água é o fator mais limitativo em regiões semiáridas (Stromberg, 1993).

As cheias rápidas e de grandes intensidades que se verificam nestas ribeiras, afetam sobretudo as ribeiras de pequenas bacias hidrográficas, e são causadas por chuvadas concentradas de grande intensidade devido a depressões conetivas (Nemus, 2010).

Este fenómeno de cheias, envolve por vezes erosão hídrica do solo que provoca a degradação e a perda de um recurso natural fundamental para o suporte da vida e no âmbito da gestão de uma bacia hidrográfica, considera-se uma questão relevante. Nas zonas em que se pratica o regadio e com maior declive, a erosão hídrica pode ser ainda mais acentuada.

Respondendo às condições de intermitência hidrológica (regime torrencial), o coberto vegetal que se fixa nas margens destas ribeiras apresenta-se nesta região de diferente forma.

Neste aspeto, importa salientar que a inventariação e distribuição das comunidades florísticas de uma dada área constituem um passo essencial para o conhecimento do seu património natural, fornecendo informações valiosas sobre a diversidade de espécies, padrões de distribuição e situação atual das suas populações. A integração destes dados permite identificar as zonas com maior diversidade específica e/ou com populações ameaçadas, contribuindo, assim, grandemente, para a gestão e conservação destas áreas.

Genericamente e em termos de composição florística, as ribeiras localizadas em áreas irrigadas são constituídas por comunidades vegetais correspondem essencialmente a espécies constituintes do elenco florístico do estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo.

Do ponto de vista da constituição das comunidades ripícolas, densidade e diversidade, são ribeiras onde as margens e taludes estão parcialmente colonizadas por choupos (*Populus nigra* e *Populus alba*) e freixos (*Fraxinus angustifolia*), embora estes não apresentem uma distribuição contínua.

Uma outra característica das ribeiras localizadas em áreas agrícolas, é o facto de se encontrarem mobilizadas até à margem, sendo a zona de inundação ocupada na sua maioria por culturas agrícolas impedindo a conetividade lateral destes cursos de água.

A figura 3.3 é ilustrativa desta consideração.





**Figura 3.3** - Mobilização das parcelas agrícolas até junto às margens de ribeiras

Nas principais ribeiras com maior caudal e alguns dos seus afluentes, pela maior disponibilidade hídrica, surgem por vezes os freixiais ripícolas siliciosos. São formações vegetais pertencentes à associação meso e termo mediterrânica *Ficaria ranunculoides-Fraxinetum angustifoliae*, e assumem-se como um bosque dominado no estrato arbóreo pela espécie *Fraxinus angustifolia*, substituído em alguns locais pelo choupo-negro (*Populus nigra*), acompanhados frequentemente de borrazeiras (*Salix salvifolia*, *Salix atrocinerea*). No seu sub-bosque são frequentes as trepadeiras (*Rubus ulmifolius*, *Tamus communis*, *Rosa canina*, *Aristolochia paucinervis*, *Lonicera periclymenum hispanica*, *Hedera helix*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*), espécies ombrófilas (*Arum italicum*, *Ranunculus ficaria*, *Scrophularia scorodonia*, *Solanum dulcamara*) e o pilriteiro (*Crataegus monogyna*). São formações muito importantes do ponto de vista ecológico, por assegurarem a conectividade entre os diferentes habitats existentes e estão contemplados na Diretiva n.º 92/43/CEE, *Habitat* 91BO – Freixiais termófilos de *Fraxinus angustifolia*.

Nas pequenas ribeiras de carácter temporário e onde o regime torrencial se acentua, surgem as formações arbustivas ou sub-arbóreas (tamargal ou tamujal), dominadas por duas ou três espécies, entre as quais *Nerium oleander* (loendro), *Flueggea tinctoria* (tamujo) e *Tamarix africana* (tamargueira). Trata-se de uma unidade florística com elevado interesse do ponto de vista conservacionista, quer pela qualidade intrínseca das espécies que a constituem, quer pela singularidade destas formações, tornando-se por vezes imperioso tomar medidas de conservação, principalmente nos locais onde ela apresenta ainda alguma vitalidade - matos ribeirinhos meridionais *Habitat* 92 D0 subtipo pt3 da Diretiva n.º 92/43/CEE).

A figura 3.4 ilustra o exemplo das formações de freixiais e de matos ribeirinhos meridionais que caracterizam algumas das ribeiras.



**Figura 3.4** - Matos ribeirinhos meridionais e formações de freixais

A vegetação ripícola contribui, entre outros aspetos, não só para o controle do *input* de nutrientes e poluentes com origem nos perímetros de rega no meio hídrico, mas também para a retenção de sedimentos, estabilização das margens, atenuação de cheias e para a criação e melhoria de habitats para as espécies aquáticas e ribeirinhas.

Os sistemas fluviais mediterrânicos destas zonas caracterizam-se, assim, pela ocorrência de espécies adaptadas a regimes torrenciais e intermitentes de caudais, cuja distribuição e ocorrência depende também, para além das características climáticas e hidrológicas, da geomorfologia e da perturbação humana do sistema fluvial.

As zonas de cabeceira, típicas de vales encaixados e substratos rochosos, suportam geralmente comunidades de fraca complexidade e de estruturas arbustiva ou herbáceas. Os troços de jusante, com leitos de cheia frequentemente aluvionares e de solos mais profundos e enriquecidos em nutrientes, permitem o estabelecimento de comunidades de estrutura e composição mais complexa. No entanto, esta zonação longitudinal está dependente de múltiplos fatores, dos quais se destaca a perturbação humana. Assim, é frequente encontrar grandes extensões dominadas por *Rubus spp.* ou *Arundo donax* nas planícies aluvionares.

Face à localização das ribeiras em áreas agrícolas irrigadas, estas encontram-se sujeitas a impactes resultantes desta prática agrícola do regadio, associados a alterações físicas, químicas e biológicas decorrentes da mobilização dos solos, aplicação de *inputs*, drenagem, captação de água e mesmo cortes desmedidos de galeria ripícola agravando o efeito das cheias.

Importa ainda referir que, associado a atividades agrícolas e pecuárias, resultam pressões antropogénicas do tipo orgânico em cursos de água localizados em áreas agrícolas, as quais resultam sobretudo de poluição particularmente associadas aos sistemas intensivos e ao regadio. Nestas zonas ocorrem pressões bastante acentuadas ao nível das galerias ribeirinhas, verificando-se frequentemente uma fragmentação das populações e consequentemente ao seu empobrecimento, e

mesmo uma total ausência das galerias, como resultado de ações radicais de limpeza da envolvente dos cursos de água. A ausência da vegetação marginal, vulnerabiliza o biota aquático (e.g. perda de habitats, aumento da carga de sedimentos e nutrientes, etc.) e associa-se a um aumento da erosão das margens.

Os vários usos no domínio hídrico devem ser cada vez mais solidários com a conservação e manutenção da integridade dos ecossistemas aquáticos de modo a que as atividades humanas, produtivas e lúdicas, sejam sustentáveis e compatíveis com a qualidade do ambiente.

### **3.1.1 DESEQUILÍBRIOS POPULACIONAIS EM LEITOS INTERVENIONADOS**

A vegetação existente na faixa ripária está especialmente adaptada a perturbações de natureza física, mais ou menos cíclicas, designadamente hidrogeomorfológicas. Contudo, impactes antropogénicos diretos como os impactes resultantes da intervenção de reperfilamento (incisão e alargamento do leito fluvial), (Schilling *et al.*, 2004), conduzem ao incremento dos processos erosivos (Brookes, 1988) e levam frequentemente à rarefação das comunidades naturais permitindo a expansão de espécies vegetais de carácter invasor. Este é um dos tipos mais comuns de degradação dos cursos de água e é caracterizado pela dragagem e aprofundamento do leito que normalmente leva ao colapso das margens, resultando no alargamento do canal (Galay, 1983), na deterioração dos habitats aquáticos e ribeirinhos conduzindo mesmo quase ao desaparecimento total dos habitats originais.

Esta condição favorece a ocorrência de espécies invasoras, que aproveitam eficazmente este tipo de intervenções nas ribeiras, impedindo a regeneração da vegetação autóctone, conduzindo à redução da biodiversidade da zona ripária com formação de densidades elevadas num período de tempo relativamente curto (Coffman 2007; Bell 1997; Rieger & Kreager 1989; Perdue 1958).

Pode-se referir que as intervenções de carácter hidráulico, com o intuito de garantir um adequado escoamento às ribeiras, são fatores que podem favorecer o aparecimento de situações de invasoras em ribeiras. A presença de espécies invasoras no ecossistema ribeirinho resulta de fatores complexos que podem provocar desequilíbrios ambientais com consequências nos ecossistemas.

A perturbação de origem antrópica, como por exemplo as intervenções de manutenção e limpeza executadas pelo homem ao nível de áreas vocacionadas para culturas de regadio, onde o sistema é constituído por redes de drenagem, submetem as plantas a situações de *stress* físico e químico, revertendo estes ecossistemas até um estado pioneiro, onde as plantas mais competitivas são favorecidas.

A imagem 3.5 ilustra o aspeto geral do mesmo troço de uma ribeira nas situações imediatamente após o reperfilamento e alguns meses após esta intervenção, onde se pode verificar a presença de espécie com carácter invasor.



**Figura 3.5** – Aspeto da vegetação invasora após o reperfilamento

Existem autores que referem, por outro lado, que a variabilidade dos regimes hidrológicos também pode auxiliar na invasão dos sistemas ripários por infestantes (Bell, 1997) e esta invasão por sua vez, origina impactes a nível ecológico e ambiental (Dudley 2000; Bell 1997).

Em termos de funcionalidade das ribeiras, o crescimento de infestantes pode dificultar o escoamento da água para rega ou a água de drenagem. Este é o tipo de prejuízo mais frequentemente atribuído às infestantes aquáticas e deve-se ao aumento da rugosidade das paredes e do leito das ribeiras, bem como à ocupação da secção das massas de água pelas plantas (Gurnell & Midgley, 1994; Ferreira, 1992; Pitlo & Dawson, 1990; Khattab & El-Gharably, 1990; Brooker *et al.*, 1987; Pitlo, 1982, 1986; Cave, 1981; Dawson, 1978). Este tipo de ocorrência é mais frequente em ribeiras, canais e valas de reduzida secção, pouca profundidade e em que o movimento da água é lento.

Por espécies invasoras consideram-se as espécies com elevadas taxas de reprodução e que são capazes de colonizar grandes áreas monoespecíficas, quer sejam indígenas ou exóticas. São atualmente um dos principais fatores de ameaça de biodiversidade no planeta, considerando-se plantas indesejáveis e prejudiciais, pois crescem de um modo agressivo, com densidades que podem exceder um determinado nível limitativo (nível prejudicial de ataque), dispersando-se facilmente e desalojando outras plantas pertencentes ao ecossistema, com consequências em que o prejuízo a nível do uso dos recursos hídricos é superior aos benefícios da sua presença no ecossistema em causa ou da sua potencial utilização.

As espécies invasoras apresentam características que lhes conferem uma grande dificuldade de erradicação, como é o caso do crescimento rápido, tolerância a diferentes condições ambientais e a ambientes perturbados pelo homem, maior capacidade competitiva que as restantes espécies e uma

grande capacidade reprodutora (sexuada ou assexuada). Por outro lado, salienta-se que as próprias comunidades invadidas por estas espécies também oferecem características propícias ao seu desenvolvimento, ou seja, podem apresentar um clima adequado à sua propagação, podem conter falhas que possibilitem a entrada de novas espécies, de modo a ocupar nichos vazios e as comunidades sujeitas a perturbação (natural ou antropogénica), e podem potenciar o desenvolvimento de espécies invasoras.

Por outro lado, e em situações de elevados teores de nutrientes na água (resultantes quer da eutrofização da água por efluentes, quer da lixiviação de fertilizantes agrícolas e produtos fitofarmacêuticos decorrentes da prática intensiva da agricultura de regadio), também potencia o desenvolvimento de plantas invasoras (por exemplo, a poluição pontual por efluentes domésticos e agroindustriais e a poluição difusa por nutrientes provenientes de excessivas fertilizações).

No caso específico das espécies exóticas, salienta-se para o facto destas não terem as pragas ou doenças usuais nos locais de origem, o que lhes proporciona vantagens em relação às outras espécies. A vantagem do crescimento rápido das espécies invasoras acaba por favorecer estas espécies (que competem em termos de luz, acabando por abafar as espécies da comunidade). Para além da ocorrência de situações de luz, temperatura e concentrações de nutrientes elevadas, a alteração do regime hidrológico, como a redução natural dos caudais (agravada pela existência de barragens e de captações), também pode favorecer a ocorrência de espécies mais competitivas (nomeadamente espécies exóticas).

No caso das ribeiras agrícolas em estudo, verifica-se que, as espécies de invasoras mais comuns são *Arundo donax* (vulgo cana) e *Rubus ulmifolius* (vulgo silva).

A figura 3.6 ilustra as comunidades de canas e de silvas, muitas vezes presentes, principalmente em áreas agrícolas com maior artificialização.



**Figura 3.6** - Espécies de invasoras presentes em ribeiras agrícolas mediterrâneas

A cana (*Arundo donax*) é uma gramínea perene naturalizada na região Mediterrânica, considerada uma espécie invasora de carácter exótico, em corredores fluviais, devido às suas características competitivas. A cana causa diminuição da biodiversidade, interfere a nível da função hidráulica das ribeiras causando cheias e erosão dos taludes. Nas zonas ribeirinhas mostra-se altamente prejudicial pela quebra de biodiversidade e perigo de cheia por ocupação do leito de cheia. Reproduz-se sexualmente por sementes, mas nos locais onde não é autóctone reproduz-se assexuadamente através dos seus rizomas, que podem alcançar grandes distâncias desde a planta mãe. Os fragmentos dos rizomas são dispersos pelas correntes de água, podem secar durante anos sem perder a capacidade de emitir raízes quando voltam a ficar húmidos. A regeneração desta planta, também se processa através de fragmentos de colmos.

Esta espécie, *Arundo donax* L., família *Poaceae*, é originária do Este Asiático. Como espécie não indígena encontra-se distribuída pela Ásia, Sul da Europa e norte de África e América. Na Europa encontra-se naturalizada na totalidade dos países do Sul. Em Portugal pode ser encontrada em todo o país, apresentando atualmente o estatuto de invasora (decreto-lei nº. 565/99 de 21 de Dezembro de 1999). Morfologicamente o género *Arundo* inclui plantas perenes, rizomatosas; de folhas planas com lígula membranácea, muito curta e ciliada, inflorescência uma panícula frouxa ou contraída.

Em situações de erosão e abandono das margens dos cursos de água, a cana apresenta uma grande capacidade de colonização e uma taxa de expansão muito elevada, não permitindo, dada a sua densidade, o desenvolvimento da cortina ripária, característica das zonas ribeirinhas, assim como constitui um obstáculo ao desenvolvimento da fauna associada a estes locais e frequentemente interfere com o fluxo de água. Esta espécie é considerada pela IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais) uma das 100 mais perigosas e nocivas invasoras à escala mundial. Reproduz-se vegetativamente, apresentando taxas de crescimento elevadas. Os fragmentos dos rizomas são facilmente transportados nos cursos de água, originando novos pontos de invasão a grandes distâncias. Os ramos mortos são altamente inflamáveis e a própria planta acaba por rebentar muito facilmente após o fogo (Weber, 2003).

Outra espécie muito comum em ribeiras agrícolas são as silvas. Estas invasoras, consideradas indígenas, pertencem ao género *Rubus* o qual está incluído na família botânica das Rosaceae (na qual se incluem as rosas). É uma espécie autóctone, que pertence às comunidades ripícolas naturais. Assume um carácter invasor quando se desenvolve prioritariamente dentro do canal de escoamento, originando com os seus ramos muito longos e flexíveis redes intrincadas que, em caso de cheia, retêm todos os detritos transportados e podem originar estruturas de represamento que ao cederem causam ondas de cheia secundárias.

A silva caracteriza-se por ter uma raiz/tronco subterrâneo de onde brotam rebentos novos com características trepadoras de desenvolvimento muito rápido (designados como turiões). Apresenta boa capacidade de desenvolvimento, renovação e enraizamento vegetativo conferindo-lhe uma grande resistência a perturbações e uma elevada capacidade de colonização - daí o seu carácter invasivo.

A espécie *Rubus ulmifolius* forma um arbusto cujos rebentos basais se transformam em caules lenhosos e robustos que assumem uma postura arqueada e são longos, embora flexíveis, podendo atingir 3 m de comprimento. A estes caules que são geralmente de curta duração e estéreis, pois não produzem flores, chamamos turiões (os turiões são rebentos geralmente subterrâneos, como acontece com os espargos mas no caso das silvas são aéreos). Estes apresentam sulcos longitudinais que lhes dão aspeto anguloso, têm cor acastanhada e estão revestidos de espinhos curtos ligeiramente curvos e bastante aguçados os quais se agarram à roupa e rasgam a pele quando fazemos o movimento de recuo, para nos afastarmos deles. De forma característica, os caules férteis são produzidos a partir dos turiões, surgindo nos nós mais afastados do solo, sendo geralmente eretos e relativamente curtos.

Em Portugal a espécie *Rubus ulmifolius* floresce e frutifica de maio a agosto, sendo que a forma mais frequente da reprodução no género *Rubus* é por multiplicação vegetativa, em que não há fecundação, dando por isso origem a plantas absolutamente idênticas à planta original. A multiplicação vegetativa ou assexuada processa-se de duas formas distintas: por um lado, as novas plantas podem formar-se quando os longos caules tocam no solo e logo enraízam; por outro lado, acontece que as espécies do género *Rubus* têm a faculdade muito especial de produzir sementes que germinam sem terem sido fecundadas, dando origem a plantas que, portanto, não contêm genes masculinos, mas apenas informação genética da planta-mãe.

O facto da silva ser uma espécie da comunidade ripícola, implica que a sua remoção só deva ocorrer em situações em que o seu desenvolvimento condiciona as condições de escoamento e a segurança do mesmo e que deva restringir-se aos exemplares que causem esses problemas.

A remoção das silvas deve ser realizada por meios mecânicos – preferivelmente arranque ou, alternativamente corte sistemático. Para haver sucesso implica um acompanhamento e intervenção regular e a prazo.

De acordo com Oakins (2005) o corte mecânico da parte aérea em exclusivo, só é praticável em áreas pequenas, ou em que a aplicação de herbicidas seja altamente inconveniente. Na prática, os métodos mecânicos só têm aplicabilidade se conjugados com a aplicação de herbicidas. Em termos práticos, a eliminação de vastas áreas de canas, por outro lado, obriga à utilização de herbicidas, embora esta

possa ser associada a métodos mecânicos, como o corte ou o fogo. A boa eficácia dos herbicidas, com base no glifosato, contra *A. donax* é referida em largas centenas de referências bibliográficas.

Em suma, dos impactes negativos causados pelas invasoras, podem resultar prejuízos, relacionados sobretudo com a gestão nas massas de água. A título de exemplo de eventuais impactes por invasoras, salientam-se os seguintes: a obstrução da drenagem - comprometendo a função hidráulica dos cursos de água, transbordos e redução da secção; favorecimento das cheias e enxurradas; prejuízos em complexos hidrelétricos, danos em estruturas como pontes, barragens e aparelhos de medição, perdas de água por evapotranspiração, redução da qualidade da água, problemas de saúde pública, diminuição do valor recreativo da água, alterações nos habitats aquáticos, tornando-os inóspitos para a respetiva fauna, dificuldade de acesso à água por parte da fauna selvagem, perturbação do equilíbrio dos ecossistemas e consequências a nível da mortalidade da fauna piscícola - atendendo à cobertura da superfície do curso de água pela vegetação, que afeta a concentração de oxigénio na água (diminuição do O<sub>2</sub>).

### 3.1.2 INTERVENÇÕES DE BENEFICIAÇÃO HIDRÁULICA VS EFEITOS

Por forma a melhorar a capacidade de vazão e a garantir a função hidráulica de ribeiras que se localizam em áreas agrícolas irrigadas, procede-se ao redimensionamento hidráulico da secção, que se traduz em intervenção de reperfilamento. Este tipo de intervenção, tal como é referido no âmbito do ponto 2.3 do capítulo II, altera a morfologia das ribeiras, situação que interfere com o seu funcionamento ecológico, e pode ser entendido como uma linearização/canalização.

Uma outra alteração que se tem verificado em cursos de água linearizados consiste na redução da interação água-solo. Frequentemente o escoamento superficial é encaminhado diretamente para os cursos de água sem passar atempadamente por uma zona ripária, situação que propicia a entrada de grandes quantidades de sedimentos, de fósforo à base de partículas e mesmo de outros poluentes, que acabam por entrar nos cursos de água durante uma chuvada forte ou degelo (Syversen, 2005). Em áreas de drenagem subsuperficiais é ainda referido por autores (Vought *et al.*, 1994), que o escoamento subsuperficial é intercetado pelas redes de drenagem e entregue diretamente em canais abertos, limitando deste modo os processos biogeoquímicos que têm lugar na zona hiporreica. Estas alterações nos padrões de escoamento superficial e subsuperficial aumentam o transporte de nutrientes e de sedimentos para jusante.

Diversas vezes linearizam-se os cursos de água no sentido de se obter um aproveitamento máximo do espaço. Como resultado, o curso de água passa a correr num leito fortemente linearizado, com profundas incisões no mesmo, configurando-se ainda secções transversais com menores coeficientes



largura/ profundidade. Esta situação conduz ao aumento da energia hidráulica do curso de água e cria-se uma extrema instabilidade das margens, já que a altura das mesmas ultrapassa o valor crítico. Assim, estas são frequentemente mantidas com recurso a técnicas de engenharia civil, como betão armado e gabiões, acabando por conduzir à destruição dos habitats e à perda do efeito de orla, ou seja, das ligações funcionais transversais.

A figura 3.7 ilustra, por um lado, a aplicação de gabião como medida de contenção dos taludes, e por outro, a diferença entre um troço de ribeira intervencionado por reperfilamento e ainda sem qualquer intervenção.



**Figura 3.7** - Aplicação de gabião no talude, e ilustração de um troço já reperfilado

A linearização pode assim ser descrita como uma alteração deliberada de uma ou mais variáveis hidráulicas do canal, incluindo largura, profundidade e inclinação, rugosidade de sedimentos do leito. Este tipo de intervenção tem efeitos imediatos e diretos nos processos fluviais dos cursos de água, porque envolve modificação direta do canal do rio. Muitas dos motivos que levam à modificação da alteração do canal fluvial incluem o controlo da água em zonas de inundação (vd. figura 3.8), a garantia de escoamento das águas superficiais resultantes da irrigação de parcelas agrícolas irrigadas, a navegação, a estabilização de canais e o controlo da erosão (Brookes 1988; Brookes 1985b; Keller 1976; Herr 1973; Emerson 1971).



**Figura 3.8** - Exemplo de ribeiras com zonas de alagamento

A maioria dos estudos mais recentes sobre os efeitos da linearização, concentraram-se em efeitos físicos e alterações que ocorreram a nível do canal dos cursos de água. Numerosos estudos identificaram alterações, após as intervenções associadas à linearização (e.g. Rasid *et al.*, 1985; Horner & Welch 1982; Cederholm & Koski 1977; Piest *et al.*, 1977; Emerson 1971; Daniels 1960). É importante reconhecer que alterações na morfologia não são limitadas a áreas onde as atividades tomaram lugar diretamente no canal e na zona de inundação.

O efeito combinado de alterações biológicas e físicas que ocorrem no curso de água, após uma linearização, leva a várias alterações no sistema biológico. Estas alterações afetam a comunidade de macroinvertebrados bentónicos, peixes, vegetação aquática e ripária, vegetação das algas e macrófitos do canal, exemplares arbustivos e arbóreos ribeirinhos, assim como animais terrestres como os anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

Os efeitos ecológicos da linearização consistem em efeitos físicos e biológicos para o sistema aquático. Uma sequência típica de eventos é que a linearização origina alterações imediatas nos aspetos físicos do curso de água. É referido por autores que estas alterações físicas conduziram a longo prazo a respostas bióticas que se estendem no tempo e no espaço (Simpson *et al.*, 1982).

As manipulações mais diretas a nível do ecossistema ribeirinho relacionam-se mais com manipulações físicas e a nível das zonas de alagamento ou alterações a nível do biota. A manipulação física mais comum inclui a dragagem dos canais e a limpeza de resíduos de madeira, usualmente combinados.

É ainda referido por autores que as ribeiras sujeitas a incisão do leito apresentam um substrato fino e instável e uma escassa vegetação ribeirinha do estrato arbóreo (Darby & Wiley, 2000; Shields *et al.*, 1994; 1998), tanto em cenários urbanos como rurais.

Enquanto a “restauração” implica o regresso a um ecossistema muito próximo das condições que antecedem a perturbação (NRC, 1992), nos casos em que ocorre alargamento do canal, considera-se mais adequada a designação de “reabilitação”, ou seja, o retorno parcial às condições estruturais e funcionais existentes antes do aprofundamento do leito (Poudevigne *et al.*, 2002; Frissell & Ralph, 1998).

A recuperação dos habitats em curso de água sujeitos a incisão do leito parece ser lenta e reduzida se não se perspetivar uma intervenção enérgica e rigorosa ao nível da estabilização do canal (Simon & Darby, 2002). Segundo Shields *et al.*, (1997), são mais eficazes as abordagens que contemplam a distribuição de estruturas de reabilitação ao longo do troço degradado, em vez de concentrar o esforço em apenas algumas estruturas de grandes dimensões. No entanto, para essa recuperação é preciso ter em conta os objetivos a atingir, sendo mais sustentáveis as medidas técnicas que promovam a colonização e sucessão vegetal face a intervenções artificializantes que se traduzem por efeitos visuais negativos e por um empobrecimento da componente biológica.

O efeito da remoção de vegetação das margens e do leito do curso de água pode criar excessiva iluminação e temperaturas (Corning, 1975; Gray & Edington, 1969).

A conjugação dos efeitos da alteração morfológica dos cursos de água, como é o caso da intervenção associada ao reperfilamento, conduz a uma vasta gama de impactes nas comunidades de macro invertebrados bentónicos, peixes e vegetação aquática (Brookes, 1988).

A conjugar a este facto, com a implementação deste tipo de requalificações, existe a situação destas ribeiras se localizarem em áreas agrícolas de regadio, mais sujeitas, deste modo, à variação hidrológica (resultante da sazonalidade atmosférica e da ação antrópica da prática do regadio).

Por outro lado, a existência de canais abertos, de drenagem, que funcionam como valas de transporte de águas, tem reduzido significativamente a capacidade de auto limpeza do ecossistema ribeirinho. A existência de canais abertos atuando como diques de transporte, tem levado ao aumento dos níveis de nutrientes nos cursos de água (Kronvang *et al.*, 2005).

Os efeitos combinados, resultantes quer do aumento da drenagem associada à rede de drenagem do subsolo, da redução do comprimento do canal associado à linearização, da redução de armazenamento e evapotranspiração potencial associado à diminuição do lençol freático, e da redução de estruturas de retenção associados à remoção de detritos lenhosos e da sequência de *pools* e *riffles*, originou maiores picos de escoamento, interferindo assim alterações a nível dos hidrogramas.

O aumento do pico de escoamento em curso de água retificados, caracterizados por margens íngremes, com um declive maior (isto, é, um comprimento de canal mais curto para a mesma queda vertical), tem como consequência o aumento da erosão das margens e no transporte de sedimentos. Esta instabilidade é muitas vezes agravada pela remoção da vegetação ripícola. Por outro lado, a redução do escoamento intermédio e um menor escoamento da base conduz a um aumento da deposição de sedimentos. Estes eventos extremos contribuem diretamente para a instabilidade da geometria do canal.

Com a remoção de árvores e arbustos, é reforçada a produção de macrófitas aquáticas principalmente em cursos de água abundantes em nutrientes. No geral, o aumento da densidade de macrófitas aumenta ainda mais a sedimentação. Os cursos de água agrícolas devem portanto ser mais dragados, para evitar a saturação da água nos campos agrícolas e prevenir eventuais fenómenos de inundação locais (reduzindo ainda mais a capacidade de retenção de nutrientes e a complexidade do habitat). Adicionalmente a penetração de radiação solar pode levar a elevadas temperaturas no decurso do verão, situação prejudicial para a vida de invertebrados e vertebrados.

Por outro lado, a linearização e a drenagem subsuperficial possibilita a conversão de zonas ripárias em áreas de cultivo, com remoção da interface biodiversa (isto é do ecótono) localizada entre o curso de água e o terreno envolvente. A remoção de resíduos lenhosos e pedras do canal, agravado pelas perturbações de transporte e de sedimentação, contribuem ainda mais para a homogeneização do canal. Para além deste facto, o *input* natural de folhas como principal entrada de energia (isto é, fonte de alimento) nos cursos de água de cabeceira, é também reduzido. Estas mudanças ocasionam uma menor biodiversidade, quer no próprio ecossistema ribeirinho quer na sua envolvente.

As intervenções como o reperfilamento, implicam a abertura da secção dos corredores fluviais, conduzindo assim a uma interrupção da conectividade lateral destes corredores, interferindo com os *habitats* originais, nomeadamente com a vegetação nativa autóctone.

A utilização de práticas culturais intensivas e uma gestão de cursos de água inadequada tem, segundo alguns autores (Reid *et al.*, 1997), comprometido as condições ecológicas das ribeiras (conduzindo à sedimentação), pelo que intervenções conducentes ao aumento da drenagem são comuns em zonas agrícolas (Lester & Boulton, 2008).

Segundo Brock *et al.*, 1999 a linearização de ribeiras desenvolvida em muitas áreas da Austrália e que teve como objetivo a melhoria da drenagem dos solos, teve impactes, entre os quais, a redução da variabilidade ecológica com implicação nas velocidades e profundidades uniformes (que aumentaram) e na diversidade estrutural (Brooks *et al.*, 2004; Harmon *et al.*, 1986; Shields *et al.*, 1994). Segundo

autores (Robertson & Rowling 2000; Finlayson & McMahon 1988; Puckridge *et al.*, 1988), a regulação de caudais tem um impacto profundo em cursos de água, particularmente onde os regimes de caudais são naturalmente variáveis no tempo e no espaço.

Nestas ribeiras, é também salientado por autores, a prática de limpeza das ribeiras com remoção de vegetação ripária (Lester & Boulton, 2008) uma prática com carácter generalizado (Grouns *et al.*, 2003).

As consequências deste tipo de ações têm, de acordo com Boulton (2007), repercussões na perda ecológica de habitats e de homogeneidade do perfil do leito, bem como na perda de conectividade com a zona hiporreica e com as águas subterrâneas.

Face ao exposto, as intervenções de origem antrópica, como as intervenções de limpeza e principalmente de reperfilamento, podem conduzir, a eventos de perturbação a nível de funcionamento do corredor ribeirinho, nomeadamente com alterações a nível da: geomorfologia e hidrologia, funções do *habitat*, transporte de sedimentos, biodiversidade e eutrofização, ampliados pelas pressões que ocorrem a nível da bacia hidrográfica, do tipo de actividade agrícola exercida (intensivo, semi-extensivo ou extensivo), regime agrícola (sequeiro ou regadio), ocupação cultural (permanente, temporário ou anual), cumprimento e respeito por normas ambientais (faixa correspondente ao domínio público hídrico) e características de resiliência natural (Millennium, 2005).

Face ao intuito da Diretiva Quadro de Água, que obriga a que os ecossistemas aquáticos atinjam o “bom” estado ecológico (que não só depende da qualidade da água como também do funcionamento ecológico do ecossistema ribeirinho), avaliou-se este tipo de requalificações, nomeadamente em termos da sua eficácia e seus efeitos a nível da estrutura e evolução das ribeiras que já foram alvo de intervenção no âmbito dos projetos de beneficiação da rede de drenagem, uma vez que as referidas intervenções são preconizadas numa ótica hidráulica. Todavia e atendendo ao facto da rede de drenagem se encontrar associada à rede hidrográfica e seus ecossistemas aquáticos, os projetos relacionados com a beneficiação da drenagem incluem também medidas de compensação (que foram abordadas no âmbito do capítulo II), por forma a promover a integridade deste ecossistema pelo que interessa não descurar a vertente ecológica destes corredores fluviais, com papel fundamental na biodiversidade e gestão sustentável da água.

Em termos científicos, a temática relativa à estrutura e evolução de ribeiras intervencionadas localizadas em áreas agrícolas irrigadas e alteradas morfológicamente carece de algumas considerações em termos de referências bibliográficas, sobretudo no que diz respeito à análise entre o

impacto deste tipo de requalificação fluvial e a resposta e recuperação da vegetação (Hupp, 1992; Bravard *et al.*, 1986; Brookes, 1986, 1995).

### 3.2 METODOLOGIA

O padrão de ribeiras (grandes e pequenas) definido no âmbito da análise do capítulo II e a respetiva análise numa perspetiva de afiliação ecológica, permitiu, para as ribeiras do mesmo tipo, o estabelecimento de relações causa-efeito da mesma ordem, uma vez que ribeiras com a mesma tipologia responderiam da mesma forma às intervenções independentemente da sua localização geográfica.

Neste capítulo são comparados, mediante a realização de testes estatísticos não paramétricos, os resultados das situações antes e após as intervenções de limpeza e reperfilamento, por tipologia de ribeiras, em cada um dos perímetros de rega em estudo. Para efeito de realização destes testes, utilizaram-se variáveis de estrutura da vegetação e de alteração ripária.

A evolução das variáveis de estrutura da vegetação e de alteração ripária foi, deste modo, estudada por tipo de ribeira (pequeno ou grande) e por tipo de intervenção (limpeza e/ou reperfilamento), mediante análise da situação verificada antes e após as intervenções.

A variação do estado das variáveis de estrutura da vegetação, desde a altura da sua intervenção até ao presente, foi também outra análise efetuada, por exemplo tabela 3.1.

**Tabela 3.1** - Tempo decorrido entre a intervenção e a medição das variáveis de vegetação e de intervenção, e número de estações de crescimento em cada um dos Subsistemas de Rega

Subsistemas	Tempo de intervenção (anos)	Estações de crescimento	
<b>Pedrogão</b>	1	1	D1 (após 1 estação de crescimento)
<b>Alqueva</b>	2	2	D2 (após 2 estações de crescimento)
<b>Ardila</b>	3	3	D3 (após 3 estações de crescimento)

Caracterizados os troços de ribeiras pequenos e grandes de cada um dos perímetros de rega, procedeu-se à Análise Estatística dos dados inventariados, através de testes estatísticos não paramétricos, para amostras emparelhadas, nomeadamente o Teste do Sinal e Teste de Wilcoxon e para amostras independentes, Teste de Kruskal Wallis e Teste da Mediana.

Face à existência de medições antes e após as intervenções, e de variáveis qualitativas categorizadas, optou-se pela Análise Estatística de dados emparelhados, nomeadamente o Teste do Sinal e Teste de

Wilcoxon, onde o mesmo local (troço) foi submetido a duas medidas (antes e após as intervenções de limpeza e/ou reperfilamento).

A opção pelo teste independente de Kruskal Wallis deve-se ao facto deste teste ser uma extensão ao teste não paramétrico de Mann-Whitney, e permitir assim a comparação de três ou mais amostras independentes. Uma vez que esta técnica estatística necessita de amostras independentes, a maneira de avaliar se o impacto das medidas é influenciado pelo tempo (uma, duas ou três estações de crescimento) foi a criação de novas variáveis para refletir esta variação ao longo do tempo. Criaram-se variáveis definidas pela diferença do valor obtido para cada variável antes e depois da intervenção.

O teste de Kruskal Wallis ou análise de variância pelos números de ordem (“ranks”) pode ser utilizado nos casos em que se utiliza o teste paramétrico da ANOVA, sendo apenas ligeiramente menos potente. Além disso, deve ser utilizado nas situações em que a ANOVA paramétrica não pode ser utilizada, nomeadamente quando as  $k$  amostras não provêm de populações normais, ou quando as variâncias são muito heterogéneas.

Ambos os tipos de testes estatísticos não paramétricos, referem-se por norma a procedimentos de inferência estatística, nos quais não são feitas suposições explícitas sobre a forma de distribuição dos dados definidos.

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi outra técnica utilizada para interpretação das variáveis associadas à alteração do canal fluvial, nomeadamente: podas; remoção de árvores mortas, entulho e lixo; aprofundamento do talvegue; cobertura das margens com terra vegetal; corte/limpeza da vegetação, plantações e artificialização.

A Análise de Componentes Principais (PCA) é uma das mais antigas técnicas multivariadas e o seu tratamento matemático já se encontra bem difundido. O objetivo deste tratamento consiste na análise de estruturas de covariâncias e correlações, baseada nas raízes (ou valores) características e nos vetores gerados a partir delas, em matrizes simétricas positivas definidas (Pontes, 2005).

Diversos autores referem este tipo de análise, para conjuntos de medidas correlacionadas linearmente, permitindo reduzi-las a poucas variáveis sintéticas com o mínimo perda de informação, denominadas componentes principais (Pielou 1984; Manly, 1994), permitindo a detecção dos principais padrões de associação entre as variáveis. Referem ainda que, os coeficientes dos eixos são calculados pelos autovetores da matriz de covariâncias ou de correlações entre as medidas (Manly 1994; Pielou 1984, Dillon & Goldstein, 1984). Os eixos são extraídos de modo a que o primeiro explique a maior parte da variância, o segundo explique a maior parte da variância residual, e assim,

sucessivamente. Os eixos não são correlacionados e podem ser interpretados como vetores independentes (Manly, 1994; Dillon & Goldstein, 1984).

Quanto maior a correlação entre as medidas originais, maior será a parcela de variação explicada pelos primeiros eixos.

Os coeficientes das variáveis, ou seus pesos, são usados para interpretar os eixos. As variáveis mais importantes são as de maiores coeficientes e pesos, negativos ou positivos. O sinal dos pesos indica se a correlação entre as medidas representadas pelo eixo é positiva ou negativa. Na interpretação dos eixos, é comum atribuir-lhes nomes, que refletem as principais tendências que eles representam.

A técnica dos componentes principais é um método alternativo com o intuito de obter variáveis independentes que combinadas podem servir para a obtenção de respostas multivariadas.

De referir ainda que as médias das unidades de amostras recolhidas por perímetro de rega em ribeiras pequenas e grandes, foram extrapoladas para cada troço de ribeira correspondente em estudo.

### **3.2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES DE AMOSTRA**

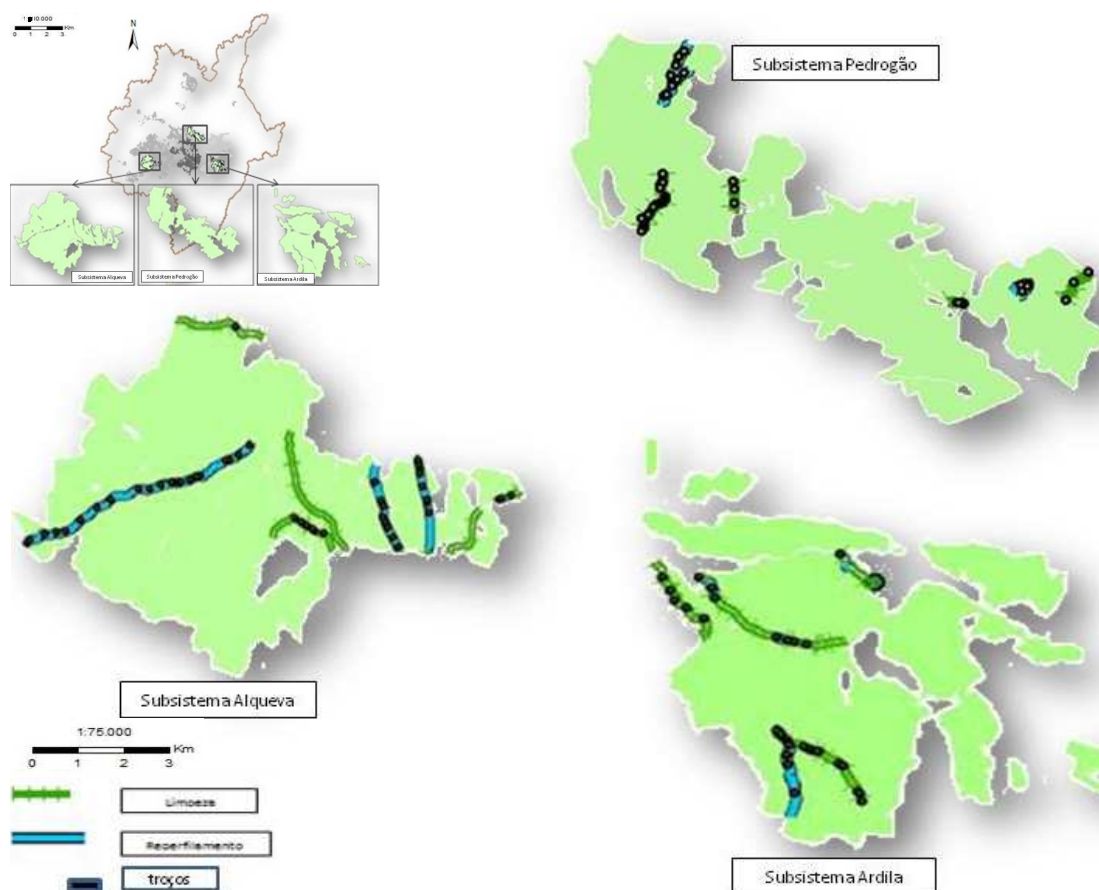
Considerou-se como unidade de amostra, os troços de ribeira do capítulo anterior. No âmbito do procedimento de escolha dos troços para unidade de amostragem, procurou-se selecionar os troços com características mais promissoras em termos ecológicos, isto é, que apresentam boa integridade ecológica fluvial.

No âmbito da metodologia utilizada, procedeu-se deste modo e, de acordo com o tipo de ribeira (pequeno ou grande) e tipo de intervenção (limpeza e/ou reperfilamento), à recolha de unidades de amostras em troços de ribeiras. Este procedimento teve por intuito o levantamento/inventariação de variáveis de estrutura da vegetação, de alteração ripária e de alteração do canal fluvial.

O período de levantamento das unidades de amostras decorreu entre os meses de Julho a Agosto de 2012, no mais curto espaço de tempo possível de modo a possibilitar uma melhoria na comparabilidade dos resultados e o registo das variáveis recolhidas, decorreu entre Agosto e Novembro de 2012.

Na figura 3.9 apresenta-se os troços de ribeiras estudados após as intervenções de limpeza e reperfilamento nos perímetros de rega dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila.





**Figura 3.9** - Localização dos troços de ribeiras medidos, após as intervenções, em cada um dos Subsistemas (no âmbito dos Projetos de beneficiação da rede de drenagem)

Procedeu-se, após a realização das intervenções, ao levantamento das secções de ribeiras localizadas nos três subsistemas de rega em estudo e à recolha de informação de variáveis de vegetação e de intervenção na situação antes das intervenções, a partir dos dados de projeto.

As variáveis em questão caracterizam-se nas seguintes categorias:

- **Variáveis de estrutura da vegetação:** cobertura da vegetação do rasto, taludes e margens, complexidade ripária e quantidade de silvas e de canas.
- **Variáveis de alteração ripária:** erosão/ravinamento e assoreamento; forma do canal e ocupação cultural.
- **Variáveis de alteração do canal fluvial:** podas; remoção de árvores mortas, entulho e lixo; aprofundamento do talvegue; cobertura das margens com terra vegetal; corte/limpeza da vegetação; plantações; reperfilamento; e artificialização.

A medição da vegetação foi efetuada em troços, com maior integridade ecológica fluvial, considerando-se a mesma extensão de troço, antes da intervenção. A avaliação das variáveis de estrutura da vegetação, de alteração ripária e de alteração do canal fluvial, antes e após as

intervenções por tipo de ribeira, foi efetuada em termos percentual e, visualmente percorrendo o troço de amostragem.

As variáveis recolhidas de estrutura da vegetação, de alteração ripária, e de alteração do canal fluvial, foram sujeitas a um processo de seleção, transformadas e classificadas em variáveis discretas. Estas variáveis por sua vez foram categorizadas, tendo-se procedido à atribuição de um gradiente numérico coletivo às variáveis discretas inventariadas. Para este efeito, as amostras discretas foram categorizadas de acordo com o apresentado na tabela 3.2.

**Tabela 3.2** - Categorização das variáveis de estrutura da vegetação, de alteração ripária e de alteração do canal fluvial

Variáveis		Categorização				Tratamento estatístico	
Designação da variável		0	1	2	3		
Discretas	Alteração do canal fluvial	Podas	Não	Sim			PCA
		Remoção árvores mortas, entulho e lixo	Não	Sim			
		Aprofundamento do talvegue	Não	Sim			
		Cobertura margens com terra vegetal	Não	Sim			
		Corte/limpeza da vegetação	Não	Sim			
		Plantação	Não	Sim			
		Artificialização	Não	Sim			
		Intervenção de Reperfilamento	Não	Sim			
	Alteração Ripária	Forma do canal		Secção em V	Secção em quadrado	Secção em retângulo irregular	Teste Emparelhado
		Erosão/ Ravinamento/ Assoreamento	Não	Sim			Teste Emparelhado
		Ocupação Cultural das Margens		Agricultura intensiva	Agric. semi Extensiva	Agric. Extensiva	Teste Emparelhado
	Estrutura da vegetação	Cobertura vegetação rasto	Sem vegetação	Só herbáceas	Herbáceas e arbustivas	Herbáceas, arbustivas e arbóreas	Teste Emparelhado e Independente
		Cobertura vegetação taludes	Sem vegetação	Só herbáceas	Herbáceas e arbustivas	Herbáceas, arbustivas e arbóreas	
		Cobertura vegetação margens	Sem vegetação	Só herbáceas	Herbáceas e arbustivas	Herbáceas, arbustivas e arbóreas	
		Complexidade ripária	Baixo	Baixo a médio	Médio	Elevado	
Quantidade silvas		Sem silvas	Poucas silvas	Muitas silvas			
Quantidade canas		Sem canas	Poucas canas	Muitas canas			

De salientar, no âmbito das variáveis de alteração do canal fluvial, que a variável artificialização corresponde ao somatório de passagens hidráulicas, atravessamento passagem a vau, galgamento dos

taludes, desagregação dos taludes, soterramento, motas, condutas, caminhos, soleira de fixação, queda vertical, degrau de contenção, charca, açude e aquedutos.

Com base num registo em fichas de campo (vd. figura 3.10) procedeu-se à caracterização dos troços. As referidas fichas serviram de suporte à inventariação/mensuração das variáveis relacionadas com a estrutura da vegetação, de alteração ripária e alteração do canal fluvial.

**FICHA DE CARACTERIZAÇÃO**

**SECÇÃO A- INFORMAÇÃO DE BASE**

**AI – Caracterização da local de amostragem**

AI.1 – Sub Sistema de Rega: \_\_\_\_\_

AI.2 – Bacia Hidrográfica: \_\_\_\_\_

AI.2 – Bloco de Rega: \_\_\_\_\_

AI.3 – Coordenadas Cartográficas Hayford-Gauss Lx Militar

AI.4 – Código, nome da secção: \_\_\_\_\_

AI.5 – Nome do Curso de Água/Ribeira: \_\_\_\_\_

DATA (aa-mm-dd): \_\_\_\_\_ HORA (início-fim): \_\_\_\_\_

**AI.6 – Objetivos do reconhecimento de campo/outras informações pertinentes**

Extensão da secção/troço (m): \_\_\_\_\_

**Condições climáticas**

Céu limpo \_\_\_\_\_

Ligeiramente encoberto \_\_\_\_\_

Medianamente encoberto \_\_\_\_\_

Totalmente encoberto \_\_\_\_\_

**SECÇÃO B - CARACTERIZAÇÃO DO TROÇO DO LOCAL DE AMOSTRAGEM**

**BI – Caracterização Ambiental/Física**

Obstáculos no leito	Localização	
	Montante/Ordénia	Jusante/Ordénia
Açudes		
Assoreamentos e vau		
PH		
Captação		
Charca		
Outros		

Grau de Conservação da Galeria Ripícola	Culturas nas áreas limítrofes à secção	
	Olivar	Meloeiro
Elevado (1)		
Médio (2)		
Baixo a médio (3)		
Baixo (4)		

Ocupação Cultural Margens	Olivar	Meloeiro	Vinha	Pastagens sob coberto	Girassol	Milho	Outros
Agricultura semi natural (1)							
Agricultura Extensiva (2)							
Agricultura Intensiva (3)							

Lixo \_\_\_\_\_ Pastoreio \_\_\_\_\_ Captações de água \_\_\_\_\_ Fogos \_\_\_\_\_ Composto \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_

**FICHA DE CARACTERIZAÇÃO**

**B.III – Avaliação da Vegetação**

**B.I.1 – Cobertura da Vegetação**

	Herbáceas	Herbáceas + Arbustivas	Herbáceas + Arbóreas	Nº Estratos	Vegetação presente (nº de exemplares/pls)				
	1,2 ou 3	1,2 ou 3	1,2 ou 3	1,2 ou 3	Pinos	Choupos	Sáliz	Canas	Silvas
Rasto									
Taludes									
Margens									
Observações	3 (4) Herbáceas 2 (Herbáceas+Arbustivas) 3 (Herbáceas+Arbustivas+Arbóreas)				3 (3 arbóreas) 2 (2 arbóreas) 3 (3 arbóreas)				

**SECÇÃO B - CARACTERIZAÇÃO DO TROÇO DO LOCAL DE AMOSTRAGEM**

**B.III – Características Habitacionais**

B.III.1 – Profundidade de água e turvação: \_\_\_\_\_

B.III.2 – Substrato

Rocha	Pedras/Blocos	Gravilha/Cascalho	Areia/Árreo	Elementos finos	Turfa	Artificial	Solo
>64 mm	>64 mm	> 0.0625-2 mm	< 0.0625 mm				

B.III.3 – Erosão/revolvimento/assoreamento:

Erosão	Revolvimento	Assoreamento	Outros

B.IV – Largura e altura da secção e largura de base

B.IV.4 – Forma do canal

V	

**Fotografias e outras considerações**

**Figura 3.10** – Fichas de campo para levantamento das variáveis de estrutura da vegetação, de alteração ripária e de alteração do canal fluvial

Procedeu-se à medição dos troços após as intervenções, mais concretamente após 1, 2 e 3 anos, correspondentes a 1,2 e 3 estações de crescimento: perímetro de rega do subsistema de Pedrogão – 1 ano após intervenção e 1 estação de crescimento; perímetro de rega do subsistema de Alqueva - 2 anos após a intervenção e 2 estações de crescimento, e perímetro de rega do Ardila – 3 anos após a intervenção e 3 estações de crescimento, sendo que o número e a extensão de troços medidos após as intervenções, encontram-se na tabela 3.3.

No perímetro de rega de Alqueva (com 2 estações de crescimento) num total de 48 troços medidos (num extensão total de 9,5 km), 37 troços equivalem a ribeiras pequenas que foram reperfiladas (com 5,5 Km), 10 troços correspondem a ribeiras pequenas que foram limpas (com 3,7 km) e 1 troço corresponde a uma ribeira do tipo grande que teve limpeza (com 0,26 km).

Relativamente ao subsistema de rega do Pedrogão (com 1 estação de crescimento), das 55 secções caracterizadas com uma extensão total de 7,5 km, com 30 troços correspondentes a ribeiras grandes com limpeza e 1,8 km de extensão e, 11 são secções de ribeiras pequenas que foram limpas, e 14 secções correspondem a troços, secções de ribeiras pequenas reperfiladas com 3,2 km.

No perímetro de rega do Ardila (3 estações de crescimento), do total de 33 secções caracterizadas com uma extensão total de 8,6 km, 5 secções com uma extensão de 1,6 km dizem respeito a ribeiras grandes limpas, 1 secção a ribeira grande reperfilada (0,4 km), 11 secções a ribeiras pequenas com limpeza (3,1 km) e 16 secções de ribeiras pequenas com reperfilamento (3,5 km).

**Tabela 3.3** - Número de troços e extensão de ribeiras pequenas e grandes medidas após 1, 2 e 3 estações de crescimento

Tipo de Ribeiras por Subsistema de Rega			Nº de Estações de crescimento	Número de troços	Extensão dos troços (Km)
Subsistema	Tipo de ribeiras	Tipo de intervenção			
Alqueva	AlqG	Limpeza	2	1	0,26
	AlqP	Limpeza	2	10	3,7
	AlqP	Reperfilamento	2	37	5,5
	Total			48	9,5
Pedrogão	PedG	Limpeza	1	30	1,8
	PedP	Limpeza	1	11	2,5
	PedP	Reperfilamento	1	14	3,2
	Total			55	7,5
Ardila	ArdG	Limpeza	3	5	1,6
	ArdG	Reperfilamento	3	1	0,4
	ArdP	Limpeza	3	11	3,1
	ArdP	Reperfilamento	3	16	3,5
	Total			33	8,6
TOTAL					

EC – Estações de crescimento

Como já foi referido, com o objetivo de relacionar as diferenças antes e após as intervenções de limpeza e reperfilamento por tipologia de ribeiras (grandes e pequenas) e em cada um dos Subsistema de Rega em estudo, procedeu-se à realização da Análise Estatística Emparelhada, nomeadamente à execução dos Testes do Sinal e Teste de Wilcoxon. Para efeito de realização do referido teste, utilizaram-se variáveis de estrutura da vegetação e de alteração ripária, designadamente: erosão, ravinamento e assoreamento, forma do canal, artificialização e ocupação cultural.

Por outro lado, a evolução das ribeiras em termos de características de vegetação, após as intervenções de limpeza e reperfilamento e ao longo das três estações de crescimento (1,2 e 3 estações de crescimento) foi efetuada com base na Análise Estatística, mais concretamente através do

Teste de Kruskal Wallis e Teste da Mediana. Esta análise foi efetuada com base na tipologia de ribeiras (pequenas ou grandes) e no tipo de intervenção/operação (limpeza e reperfilamento). Incidiu sobretudo em variáveis de estrutura da vegetação.

### **3.2.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA NÃO PARAMÉTRICA A VARIÁVEIS DE ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO**

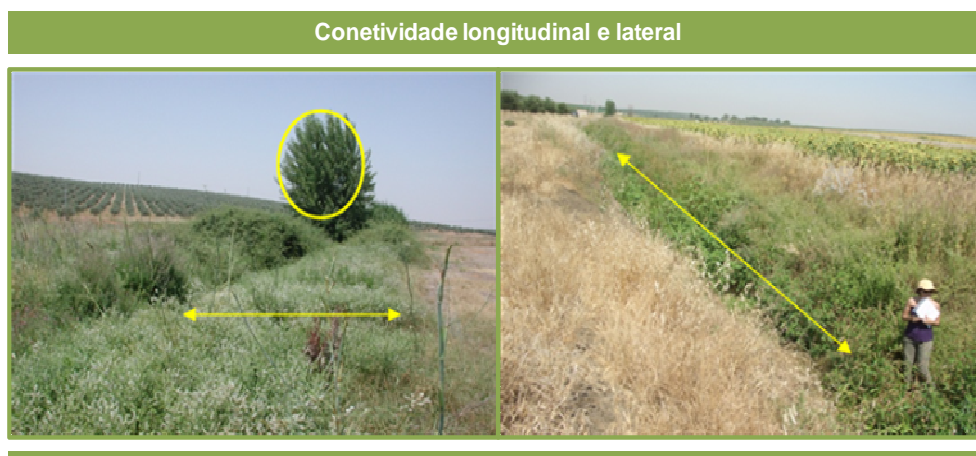
As variáveis de estrutura da vegetação foram mensuradas, a nível de características da vegetação propriamente dita, em troços de ribeiras localizados nos perímetros de rega dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila.

Esta mensuração foi efetuada para as situações antes e após a realização das intervenções (limpeza e reperfilamento), recorrendo-se no caso da situação antes da intervenção do terreno a informação proveniente de dados dos Projetos da Rede de drenagem de cada um dos Subsistemas. Para a situação pós intervenção procedeu-se à medição dos dados, associados às variáveis de estrutura da vegetação, nos troços de ribeiras em estudo, através do registo em fichas de campo, como foi referido anteriormente.

Para analisar o efeito e a eficácia das intervenções nas ribeiras dos subsistemas hidroagrícolas ao nível das variáveis de vegetação em estudo procedeu-se à realização de testes estatísticos não paramétricos, para unidades de amostras emparelhadas e independentes, para cada uma das variáveis de estrutura de vegetação observadas, designadamente: cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto, quantidade de canas e de silvas e complexidade ripária.

De salientar que a opção pelo tipo de variáveis vegetação, supramencionadas, baseou-se nos seguintes pressupostos:

No caso da cobertura da vegetação, esta variável foi analisada pelo facto de possibilitar uma avaliação do diagnóstico da vegetação nas margens, taludes e rasto, após a realização das intervenções associadas à beneficiação da rede de drenagem (limpeza e reperfilamento). Com este diagnóstico, é possível identificar e especificar: os exemplares de vegetação presente, se herbáceo, arbustivo e/ou arbóreo; a largura da faixa de vegetação nas margens associada à conetividade lateral bem como a conectividade longitudinal (vd. figura 3.11).



**Figura 3.11** - Conetividade lateral e longitudinal

De salientar ainda, as pressões que ocorrem em troços de ribeiras, tais como pastoreio e abeberamento de gado (diretamente nas ribeiras), com impacte a nível das variáveis de vegetação das margens e taludes e a nível da qualidade da água (vd. figura 3.12).



**Figura 3.12** - Pressões em troços de ribeiras, resultantes da presença de efetivos de bovinos

Para analisar o grau de invasibilidade nos troços analisados após as intervenções, analisou-se a variável de vegetação quantidade de canas e silvas (vd. figura 3.13). No caso das canas, esta espécie exótica apresenta grande capacidade de colonização, e a sua presença em troços de ribeiras encontra-se muitas vezes associada a situações de abandono das margens ou situações de artificialização, pelo que a sua presença após as intervenções é indicadora de quebra de biodiversidade e associada a fatores antrópicos.

Os silvados são considerados invasores quando as suas densidades excedem um determinado nível limitativo (nível prejudicial de ataque), desenvolvendo rapidamente as suas populações e dispersando-se facilmente, desalojando outras plantas pertencentes ao ecossistema, e que as coloca em vantagem

em situações de colonização de novos habitats, com consequências prejudiciais a nível do uso dos recursos hídricos em detrimento dos benefícios da sua presença no ecossistema.



**Figura 3.13** - Presença de canavial e silvado em margens e taludes de ribeiras

Pelo facto da complexidade ripária estar associada ao estado de conservação geral da galeria ripícola, esta variável foi também avaliada, tendo para este objetivo sido considerado: o tipo de estrato, os exemplares e espécies autóctones presentes, se herbáceas, arbóreas e/ou arbustivas, a ocorrência de espécies invasoras (canas e/ou silvas), e existência de regeneração natural com espécies autóctones, o tipo de substrato presente (rocha, pedras/blocos, gravilha/cascalho; areia/areão; elementos finos, turfa, artificial e solo), a existência de caudal nos troços de água analisados.

A avaliação desta variável foi baseada numa avaliação pericial, tendo por base a estrutura e densidade apresentadas. Esta variável, pode ser avaliada como complexidade ripária: “baixa” no caso de se observarem apenas comunidades herbáceas, ausência de regeneração natural, presença significativa de invasoras (canas e/ou silvas), substrato constituído sobretudo por sedimentos, e com pouco ou nenhum caudal; “baixa e média” no caso de existir vegetação herbácea e pontualmente arbustiva, regeneração natural pontual, presença de invasoras (canas e/ou silvas), substrato constituído por sedimentos e algum material com granulometria, e com pouco caudal; “média” nas situações em que apresenta vegetação herbácea e arbustiva, presença de regeneração natural, presença pontual de invasoras (canas e/ou silvas), substrato constituído por material com alguma representatividade granulométrica, e com caudal significativo, e por “elevada” no caso de comportar todos os estratos de vegetação (herbáceo, arbustivo e arbóreo), com muita regeneração natural, sem invasoras (canas e/ou silvas) ou com presença pouco significativa de invasoras, substrato granulométrico representativo, e com caudal considerável. Na figura 3.14 exemplificam-se alguns troços com diferentes complexidades ripárias.





Figura 3.14 – Exemplos de complexidade ripária

### 3.2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA NÃO PARAMÉTRICA A VARIÁVEIS DE ALTERAÇÃO RIPÁRIA

A análise às variáveis de alteração ripária tem por objetivo comparar o estado dos troços das ribeiras localizadas nos subsistemas em estudo, antes a após as intervenções de limpeza e de reperfilamento. Esta análise reveste-se de particular interesse atendendo ao facto de se associar a fatores de natureza antrópica.

Estas variáveis caracterizam-se do seguinte modo:

- **Erosão, ravinamento e assoreamento:** variável analisada para detectar níveis de alteração dos troços após as intervenções, sobretudo confrontar troços limpos com troços reperfilados. O facto de se afetar a vegetação das margens, taludes e rasto após a intervenção de reperfilamento, condiciona o caudal e retém os sedimentos mais grosseiros, tal como se constata na figura 3.15.



Figura 3.15 - Situações de erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras

- **Ocupação cultural das margens:** Variável que corresponde ao tipo de ocupação agrícola junto às margens dos cursos de água, e que resulta da ocupação e utilização das margens dos troços de ribeiras. Com esta variável, identifica-se o regime agrícola em pratica (agricultura intensiva,



semi-extensiva ou extensiva), o tipo de culturas instaladas (permanentes, temporárias, anuais) e o tipo de actividade agrícola (sequeiro ou regadio).

O levantamento desta informação pode ser considerado pertinente na medida em que permite compreender qual o efeito de determinada ocupação cultural e tipo de agricultura praticado no tipo e desenvolvimento de vegetação.

- **Forma do canal:** a forma do canal encontra-se relacionada com aspectos morfológicos relativos à largura da secção e base e altura da secção. A análise desta variável permite comparar a situação morfológica das ribeiras entre a situação antes e após as intervenções.

Face ao exposto, procede-se seguidamente à avaliação das variáveis referidas anteriormente. Esta avaliação foi efetuada somente com base em análise estatística emparelhada (testes de Wilcoxon e do Sinal), não se tendo procedido à análise estatística independente tendo em conta de não se tratar de variáveis com carácter ambiental e por isso não serem influenciadas pela tipologia de ribeira (grande ou pequena) em causa (vd. ponto 3.3.4).

### 3.2.4 ANÁLISE A VARIÁVEIS DE ALTERAÇÃO DO CANAL FLUVIAL

As variáveis relativas à alteração do canal fluvial foram avaliadas por se tratar de variáveis relacionadas com as intervenções propriamente ditas, bem como com as medidas de compensação de impactes que foram implementadas nas ribeiras intervencionadas (nomeadamente a plantação), sobretudo nas ribeiras que foram alvo de reperfilamento, para minimização dos impactes.

As podas, remoção de árvores mortas, entulho e lixo, corte/limpeza da vegetação relacionam-se com medidas de beneficiação das ribeiras e relacionam-se com a intervenção de limpeza propriamente dita, enquanto as variáveis relativas ao aprofundamento do talvegue e reperfilamento encontra-se mais ligada à intervenção de reperfilamento. Por outro lado, as variáveis relativas à cobertura margens com terra vegetal e plantações, relacionam-se com medidas de compensação, como forma de minimização dos impactes.

Já a variável artificialização encontra-se associada a pressões humanas relacionadas com a atividade agrícola e socioeconómica. Foi também um fator tido em consideração e, que por sua vez, corresponde ao somatório de diversos fatores de artificialização, entre os quais se designam: passagens hidráulicas, atravessamentos com passagens a vau, galgamento e desagregação dos taludes, zona de alagamento ou alagamento temporário, motas, condutas, caminhos, soleira de fixação, queda vertical, degrau de contenção, charca, açude e aquedutos.

### 3.3 RESULTADOS

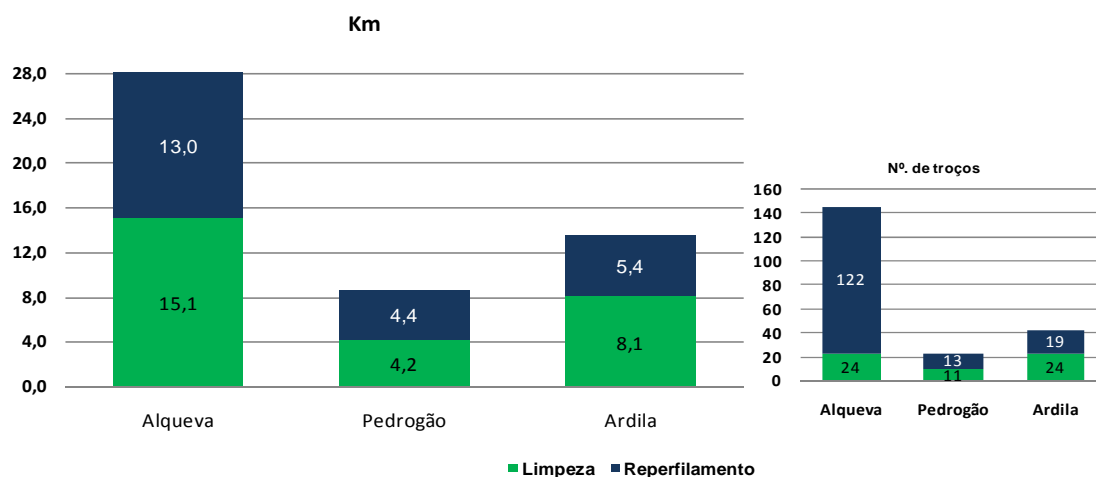
#### 3.3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS INTERVENÇÕES POR TIPOLOGIA DE RIBEIRA E POR SUBSISTEMA

Em termos de extensão das intervenções efetuadas, a figura 3.16 representa a quantificação do número de quilómetros das ações de reperfilamento e limpeza, realizados em cada um dos subsistemas de rega em estudo.

No caso do perímetro de rega localizado no subsistema do Alqueva, do total de 146 troços intervencionados, com uma extensão total de 28 km, 122 troços foram reperfilados (totalizando cerca de 13 Km de extensão) e os restantes 24 troços foram limpos (apresentando uma extensão de cerca de 15,1 km).

No que ao perímetro de rega do Pedrogão diz respeito, para um total de 24 troços intervencionados (com uma extensão de total de 8,6 km), 13 troços com 4,4 km de extensão foram alvo de reperfilamento e os restantes 11 troços com cerca de 4,2 km, foram alvos de limpeza.

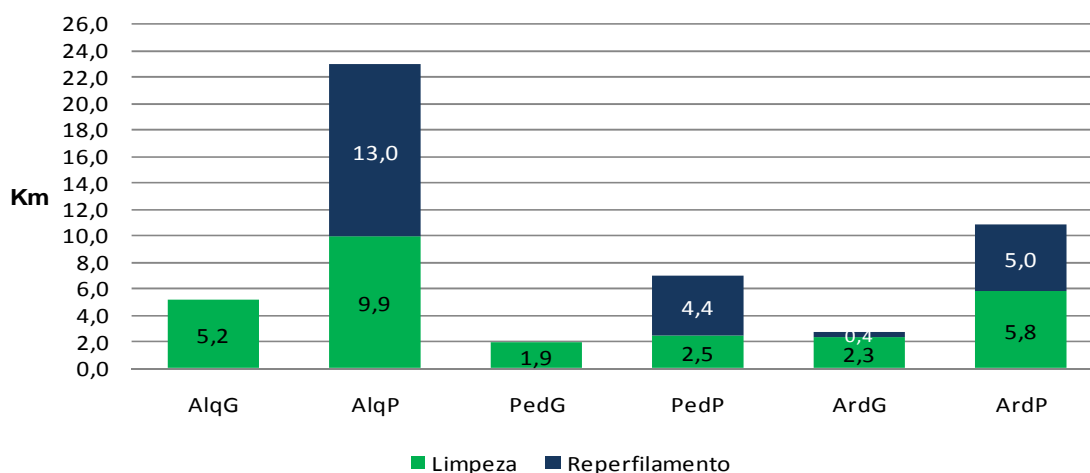
Num total de 43 troços intervencionados no perímetro de rega do Ardila (com uma extensão total de 13,1 km), 19 troços foram reperfilados perfazendo cerca de 5,4 km de extensão e os restantes 24 troços foram alvo de limpeza, o equivalente a uma extensão de 8,1 km.



**Figura 3.16** - Extensão de troços intervencionados por limpeza e reperfilamento em cada um dos Subsistemas de Rega

As ribeiras localizadas no perímetro de rega do subsistema Alqueva foram as que apresentaram uma maior extensão de intervenção de reperfilamento e de limpeza assim como maior número de troços intervencionados, seguindo-se as ribeiras localizadas no subsistema do Ardila e finalizando com as ribeiras localizadas no perímetro localizado no subsistema de Pedrogão.

No gráfico 3.17 apresenta-se a extensão das intervenções de reperfilamento e limpeza em ribeiras grandes e pequenas em cada um dos subsistemas de rega, Alqueva (AlqG – Ribeiras grandes e AlqP- ribeiras pequenas), Pedrogão (PedG- ribeiras grandes e PedP- ribeiras pequenas) e Ardila (ArdG- ribeiras grandes e ArdP- ribeiras pequenas).



**Figura 3.17** – Extensão das intervenções de limpeza e reperfilamento em ribeiras pequenas e grandes dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila

No caso do perímetro de rega de Alqueva, do total de 28 km intervencionados: 5,2 km correspondem a ribeiras grandes (com 9 troços) onde se procedeu somente à intervenção de limpeza e 22,9 km correspondem a 137 troços de ribeiras pequenas, das quais 122 troços (13,0 Km) foram reperfilados e 15 só tiveram intervenção de limpeza (9,9 km).

Relativamente às intervenções no subsistema de rega do Pedrogão, verifica-se que das intervenções, 5 troços de ribeiras grandes existentes (com cerca de 1,8 km) apenas a intervenção de limpeza, enquanto do total de troços correspondentes a ribeiras pequenas, ou seja 19 troços (6,8 km), 13 troços (4,4 km) foram reperfilados e os restantes 6 troços (2,4 km) foram limpos.

No caso do perímetro de rega do Ardila dos 13,5 km de ribeiras intervencionadas, procedeu-se à limpeza de 7 troços de ribeiras grandes com 2,3 km de extensão de limpeza e de reperfilamento, e de 36 troços de ribeiras pequenas com uma extensão total de 10,8 km, das quais 17 troços com 5 km de limpeza e 19 troços com 5,8 km de intervenção de reperfilamento.

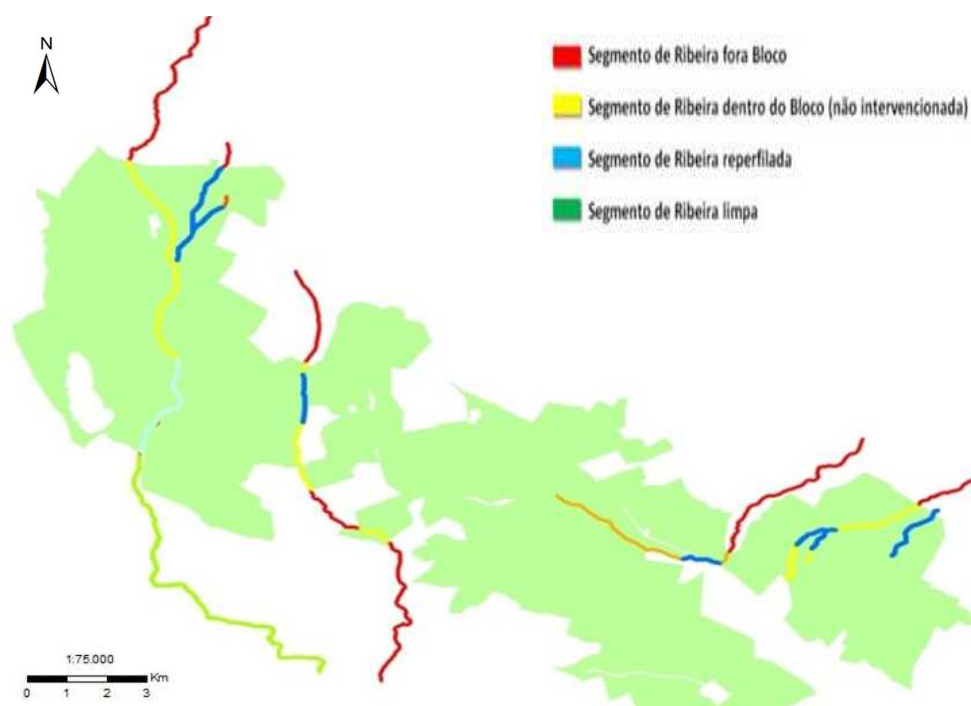
Nas imagens seguintes, ilustram-se os segmentos de ribeiras intervencionados e não intervencionados, localizados em cada um dos subsistemas em estudo, bem como os segmentos de ribeiras localizados fora da área irrigada. No âmbito dos segmentos intervencionados é ainda feita a distinção entre os segmentos de ribeiras com intervenção de limpeza e os segmentos de ribeiras com intervenção de reperfilamento.

Os segmentos de ribeiras intervencionados e não intervencionados que se encontram localizados no subsistema de rega de Alqueva, bem como os segmentos de ribeiras localizados fora da área irrigada, encontram-se na figura 3.18.



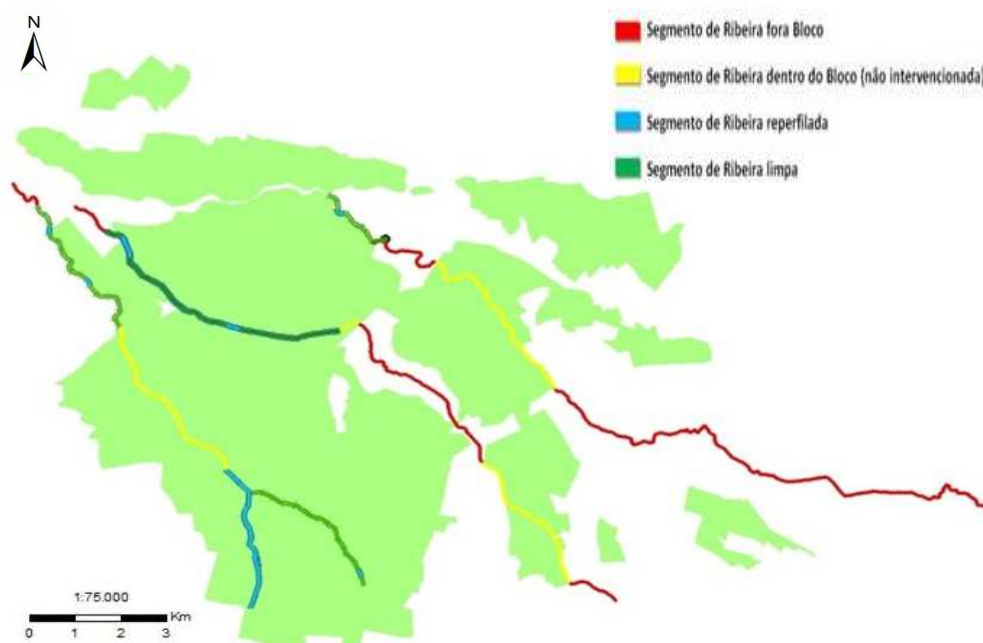
**Figura 3.18** - Segmentos de ribeiras com reperfilamento e limpeza dentro do perímetro de Rega, e de ribeiras não intervencionadas dentro e fora do perímetro de rega de Alqueva.

A figura 3.19 evidencia os segmentos de ribeiras intervencionados e não intervencionados que se encontram localizados no perímetro de rega do subsistema de Pedrogão, bem como os segmentos de ribeiras localizados fora da área irrigada.



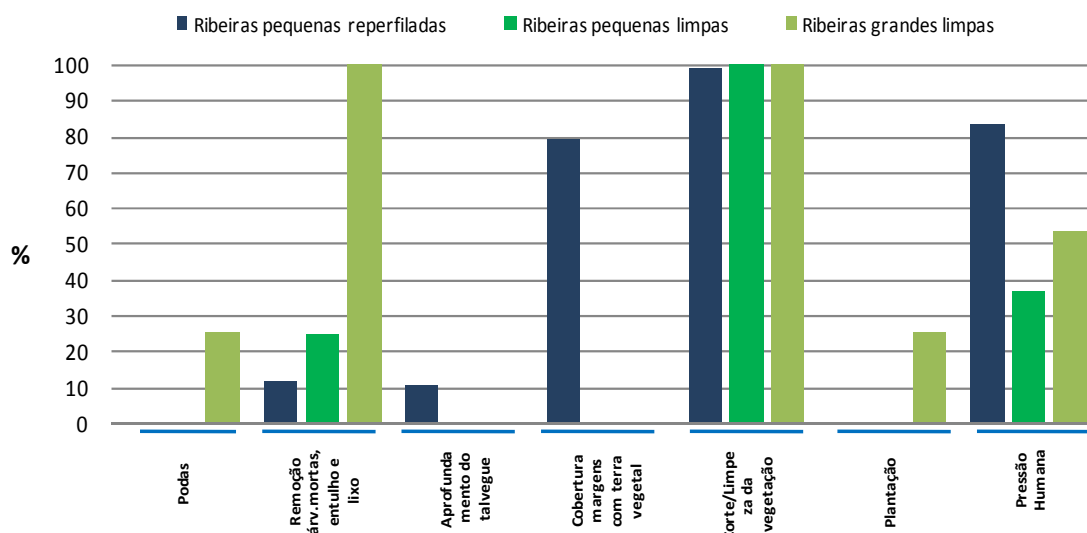
**Figura 3.19** - Segmentos de ribeiras reperfilamento e limpeza dentro do Subsistema de Rega, e de ribeiras não intervencionadas dentro e fora do perímetro de rega do subsistema de Pedrogão

Os segmentos de ribeiras, relativos ao perímetro do subsistema de Rega do Ardila, intervencionados e não intervencionados, bem como os segmentos de ribeiras localizados fora da área irrigada, encontram-se ilustrados na figura 3.20. No âmbito dos segmentos intervencionados é ainda feita a distinção entre os segmentos de ribeiras com intervenção de limpeza e os segmentos de ribeiras com intervenção de reperfilamento.



**Figura 3.20** - Segmentos de ribeiras reperfilamento e limpeza dentro do Perímetro de Rega, e de ribeiras não intervencionadas dentro e fora do perímetro de rega do Ardila

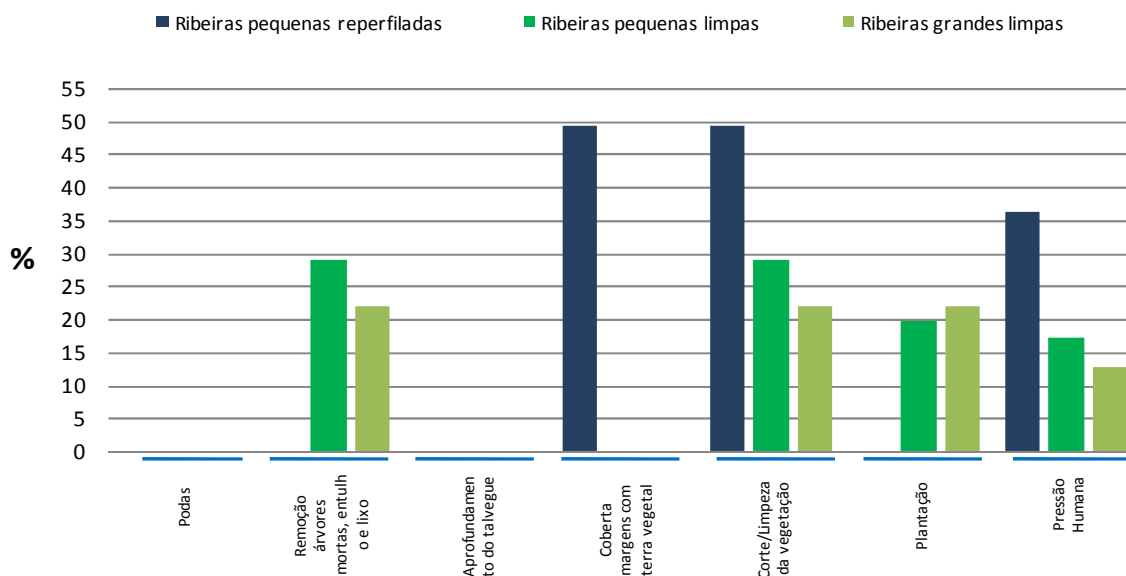
O gráfico 3.21 relativo às ribeiras localizadas no perímetro de rega do subsistema Alqueva evidencia que, independentemente do tipo de operação em causa (limpeza e/ou reperfilamento), tanto as ribeiras do tipo grande como do tipo pequeno tiveram limpeza da vegetação. Verifica-se ainda, que o aprofundamento do talvegue e a cobertura das margens com terra vegetal apenas se verifica nas ribeiras reperfiladas, e que a plantação apenas se verifica nas ribeiras grandes que foram limpas. As intervenções relativas à remoção de árvores, entulho e lixo e outros tipos de artificialização são patentes tanto em ribeiras pequenas como grandes, independentemente da tipologia de intervenção em causa. Salienta-se ainda que apenas as ribeiras grandes tiveram ação de podas na vegetação.



**Figura 3.21** - Variação das variáveis de intervenção por tipo de ribeiras de tipo de ação de intervenção (limpeza e/ou reperfilamento) no subsistema de rega do Alqueva

No gráfico 3.22 é possível verificar que a ação cobertura das margens com terra vegetal apenas se verifica nas ribeiras pequenas reperfiladas e que em qualquer dos tipos de ribeiras se registaram as ações de corte/limpeza da vegetação e de artificialização.

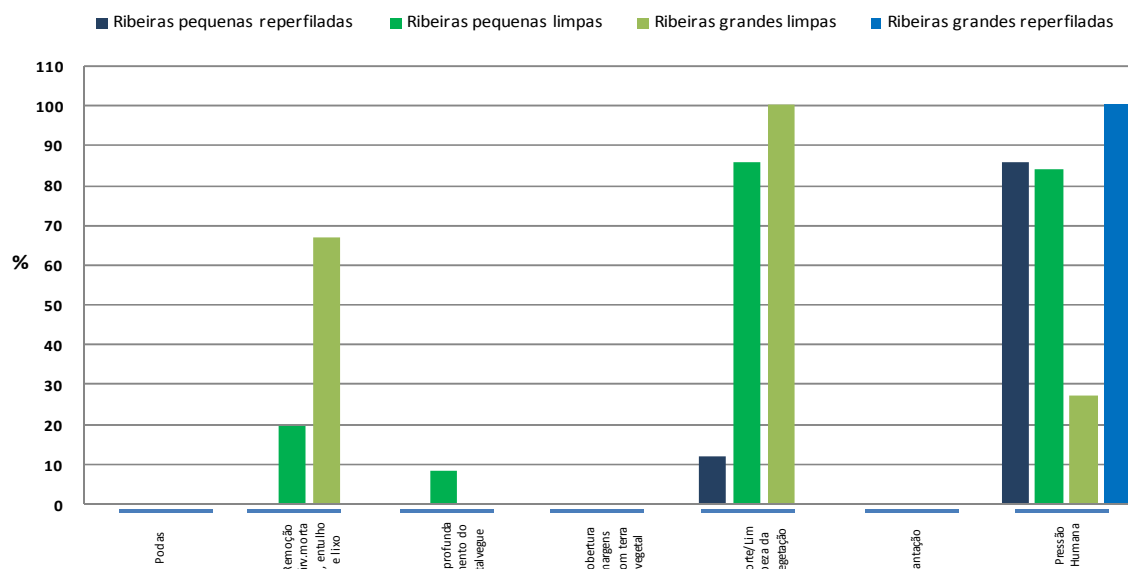
A remoção de árvores mortas, entulho e lixo e a plantação apenas se verificou nas ribeiras onde se fez limpeza (ribeiras grandes e pequenas).



**Figura 3.22** - Variação das variáveis de intervenção por tipo de ribeiras de tipo de ação de intervenção (limpeza e/ou reperfilamento) no subsistema de rega do Pedrogão

Na figura 3.23, relativa ao subsistema de rega do Ardila, verifica-se que ocorreu reperfilamento nas ribeiras grandes, situação que não se verificou nas áreas dos restantes Subsistemas de rega (Alqueva e Pedrogão). Nas ribeiras deste perímetro de rega não se verificaram as ações de podas, cobertura das

margens com terra vegetal e plantação. O aprofundamento do talvegue ocorreu apenas nas ribeiras pequenas limpas. À semelhança do sucedido para os outros perímetros de rega, também neste se verificaram as ações de corte/limpeza da vegetação e de artificialização.



**Figura 3.23** - Variação das variáveis de intervenção por tipo de ribeiras de tipo de ação de intervenção (limpeza e/ou reperfilamento) no subsistema de rega do Ardila

De salientar, que no âmbito da análise exploratória e estatística efetuadas, embora exista uma ribeira grande que teve a intervenção de reperfilamento, esta não foi analisada atendendo à reduzida dimensão da amostra (apenas 1 troço).

### 3.3.2 ANÁLISE EXPLORATÓRIA – ANÁLISE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

Para a análise de componentes principais (PCA), utilizaram-se as variáveis de alteração do canal fluvial, nomeadamente: podas, remoção de árvores mortas, entulho e lixo, aprofundamento do talvegue, cobertura das margens com terra vegetal, corte/limpeza da vegetação, plantação, reperfilamento e artificialização.

Na tabela 3.4, apresentam-se os resultados obtidos para os dois primeiros eixos: PC1 e PC2, cujos valores próprios foram superiores a 1, logo, resultando em dados interpretáveis. Cerca de 68 % da variância é explicada pelos dois eixos, PC1 e PC2.

**Tabela 3.4** - Resultados para os valores de PC1 e PC2

PC	Eigenvalues		
	Eigenvalues	% Variação	Cum.% Variação
1	2,22	39,6	39,6
2	1,58	28,2	67,8

No que concerne aos vetores próprios (coeficientes do eixos), as variáveis com maior relevância no âmbito da análise dos componentes principais foram, a artificialização e o reperfilamento no âmbito da PC1 (com 0,905 e 0,214, respetivamente) e, o corte/limpeza da vegetação e o reperfilamento no âmbito da PC2 (com 0,774 e 0,409, respetivamente), conforme evidencia a tabela seguinte.

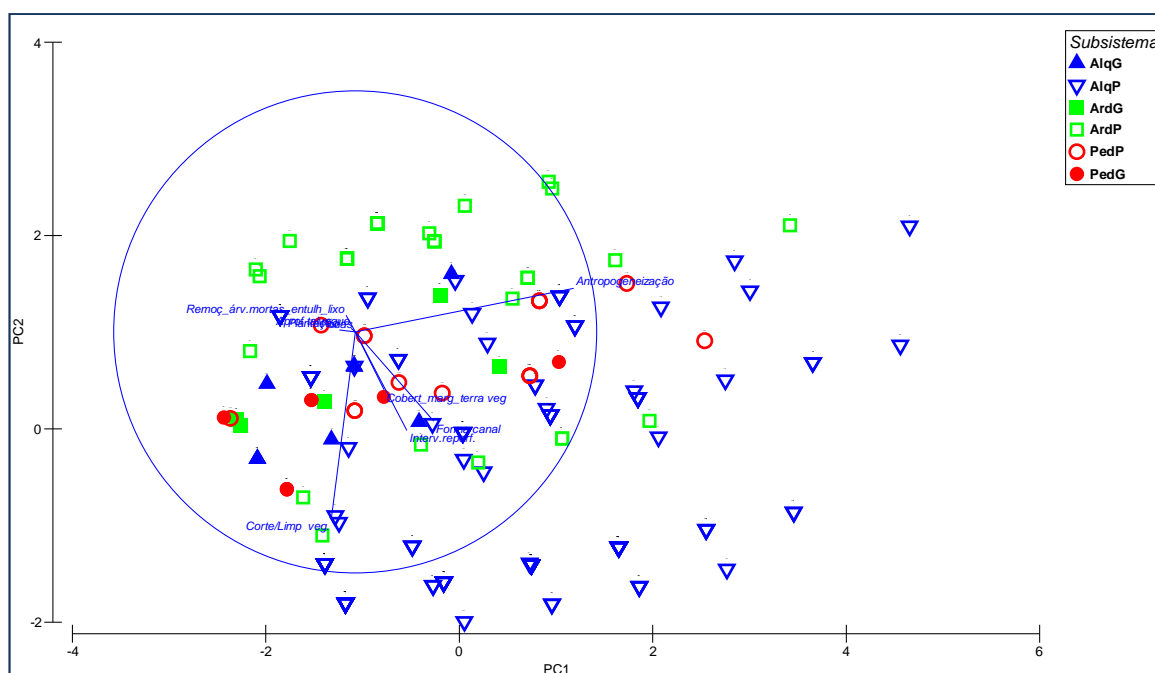
**Tabela 3.5** - Valores dos eixos PC1 e PC2 obtidos no âmbito das variáveis de alteração do canal fluvial

Variável	PC1	PC2
<b>Podas</b>	-0,006	0,002
<b>Remoção árvores mortas, entulho e lixo</b>	-0,038	0,069
<b>Aprofundamento do talvegue</b>	-0,017	0,014
<b>Cobertura das margens com terra vegetal</b>	0,120	-0,241
<b>Corte/Limpeza da vegetação</b>	-0,099	-0,774
<b>Plantação</b>	-0,066	0,008
<b>Intervenção de reperfilamento</b>	0,214	-0,409
<b>Artificialização</b>	0,905	0,181

A variável relativa à artificialização é a variável com maior magnitude num eixo (PC1) e menor magnitude no outro eixo (PC2).

Na figura 3.24 apresenta-se a visualização gráfica dos tipos de ribeiras (grandes e pequenas) por subsistema de rega.

Esta figura pretende evidenciar a influência das variáveis entre os três perímetros de rega.



**Figura 3.24** - Comparação da análise de componentes principais em ribeiras do tipo grande e pequeno, nos Subsistema de Rega de Alqueva, Pedrogão e Ardila



O significado de cada uma das siglas encontra-se na tabela 3.6.

**Tabela 3.6 – Tipo de ribeiras por Subsistema**

Tipo de Ribeiras	Descrição
<b>AlqG</b>	ribeiras grandes do perímetro de rega do subsistema Alqueva
<b>AldP</b>	ribeiras pequenas do perímetro de rega do subsistema Alqueva
<b>ArdG</b>	ribeiras grandes do perímetro de rega do subsistema Ardila
<b>ArdP</b>	ribeiras pequenas do perímetro de rega do subsistema Ardila
<b>PedG</b>	ribeiras grandes do perímetro de rega do subsistema Pedrogão
<b>PedP</b>	ribeiras pequenas do perímetro de rega do subsistema Pedrogão

Da análise efetuada, verifica-se que o tipo de ribeiras pequenas do perímetro de rega do Alqueva (AlqP) apresentou maior intervenção de corte e limpeza da vegetação, maior número de troços com intervenção de reperfilamento (tipo de ribeiras com maior expressão em termos de intervenção de reperfilamento).

A variável artificialização foi a que apresentou maior expressão nos tipos de ribeiras pequenas dos perímetros de rega do Alqueva (AlqP) e do Ardila (ArdP).

As variáveis correspondentes às podas; remoção árvores mortas, entulho e lixo; aprofundamento do talvegue e plantação são pouco significativas para a interpretação dos resultados.

No que concerne ao tipo de ribeira, pode-se referir que as ribeiras do tipo pequeno apresentaram maior artificialização e maior número de troços de ribeiras com cobertura de vegetação nas margens com terra vegetal, comparativamente com as ribeiras grandes.

A variável corte/limpeza da vegetação teve maior expressão nas ribeiras do tipo grande. A intervenção de reperfilamento foi mais significativa nas ribeiras pequenas e, sobretudo, nas ribeiras localizadas no subsistema de Alqueva (AlqP).

### **3.3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA NÃO PARAMÉTRICA ÀS VARIÁVEIS DE ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO**

#### **3.3.3.1 Vegetação nas Margens, Taludes e Rasto das Ribeiras**

##### **I. Vegetação nas Margens**

Os resultados obtidos no âmbito da análise estatística emparelhada, para a variável cobertura de vegetação das margens, encontram-se apresentados na tabela 3.7.

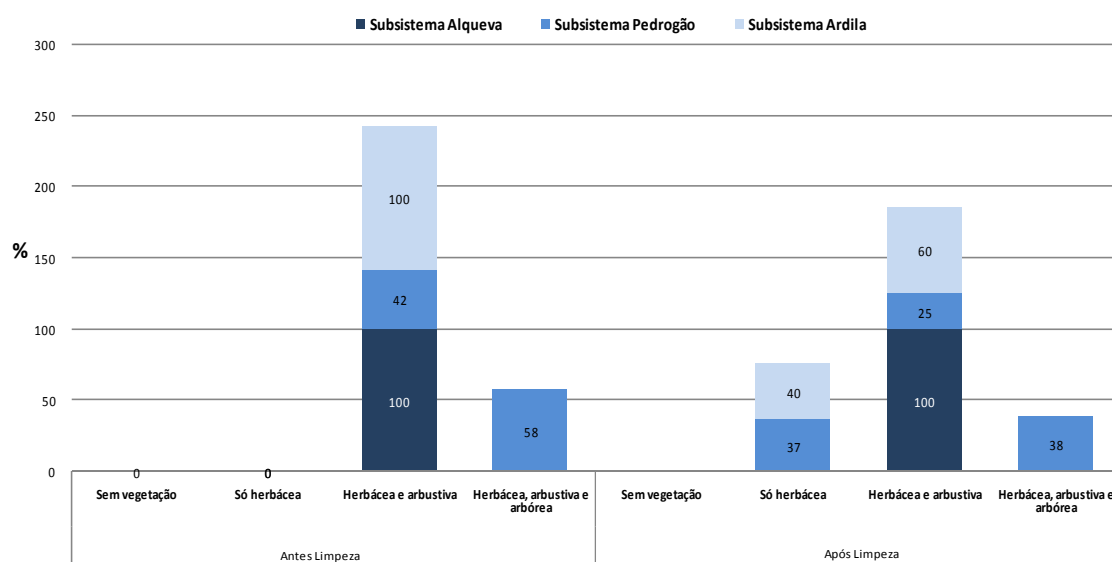
**Tabela 3.7** - Resultado do teste estatístico emparelhado para a variável cobertura de vegetação nas margens, em ribeiras grandes e pequenas nos perímetros dos três subsistemas

Tipo de ribeiras e tipologia de intervenção		Teste	p
Grandes	Limpeza	Wilcoxon	0,00006
		Teste do Sinal	0,000013
Pequenas	Limpeza	Wilcoxon	1,000000
		Teste do Sinal	0,789268
Pequenas	Reperfilamento	Wilcoxon	0,000114
		Teste do Sinal	0,000086

A figura 3.25 apresenta a variação da cobertura de vegetação nas margens de ribeiras grandes para cada um dos subsistemas de Rega, para a situação antes e após a intervenção de limpeza.

Pelo resultado obtido no Teste do Sinal e Teste de Wilcoxon, observa-se uma diferença significativa ( $p=0,00006$  e  $p=0,000013$ ) antes e após a intervenção de limpeza de ribeiras grandes. Após a limpeza aumentou a percentagem de ribeiras só com vegetação herbácea nas margens, tendo decrescido a vegetação herbácea e arbustiva das margens, bem como a vegetação herbácea, arbustiva e arbórea das margens.

A proporção de ribeiras com vegetação herbácea e arbustiva antes e após a limpeza manteve-se idêntica no caso dos troços de ribeiras do Subsistema de Rega de Alqueva.

**Figura 3.25** - Variação da cobertura de vegetação nas margens em ribeiras grandes antes e após a limpeza de ribeiras nos Perímetros de Rega dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila

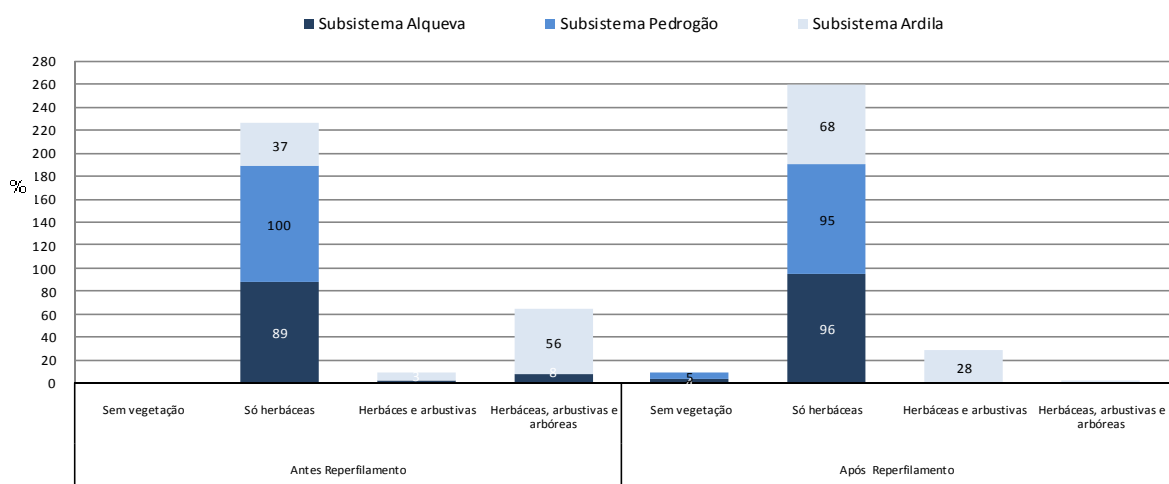
Relativamente às ribeiras pequenas dos Subsistemas Alqueva, Pedrogão e Ardila, as diferenças observadas antes e após a intervenção de limpeza não foram significativas ( $p>0,05$ ) no que à cobertura

vegetação das margens diz respeito (vd. resultados do Teste do Sinal e Teste de Wilcoxon na tabela 3.7).

Nas ribeiras pequenas após a intervenção de reperfilamento, observam-se diferenças muito significativas ( $p < 0,0001$  para Teste do Sinal e Teste de Wilcoxon). Esta clara distinção pode ser observável na figura 3.26, que evidencia após o reperfilamento o registo de troços de ribeiras sem vegetação nas margens, sobretudo nos troços onde a intervenção foi mais recente, como é o caso das ribeiras dos Subsistemas de Rega de Alqueva e de Pedrogão. Esta situação não se verificou nos troços de ribeiras do Subsistema Ardila, onde decorreram 3 estações de crescimento, desde o período de tempo entre a intervenção e a inventariação dos dados de amostragem de vegetação.

Relativamente aos troços de vegetação só com herbáceas, verifica-se um aumento significativo nas ribeiras localizadas no Subsistema de Rega do Ardila de 37 % para 68 %.

De salientar ainda, que a cobertura da vegetação das margens, constituída por vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, desapareceu após o reperfilamento principalmente nos troços de ribeiras localizadas no Subsistema Ardila, no entanto, no que respeita à cobertura de vegetação composta por herbácea e arbustiva, confirma-se um aumento da percentagem de troços com esta vegetação.



**Figura 3.26** - Variação da cobertura de vegetação nas margens em ribeiras pequenas, antes e após o reperfilamento, nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila

A figura 3.27 evidencia as situações referidas anteriormente, com ilustração de alguns troços após as intervenções de limpeza em ribeiras do tipo grande e pequeno e após a intervenção de reperfilamento em ribeiras do tipo pequeno nos três subsistemas em estudo.



**Figura 3.27** - Aspeto geral da cobertura da vegetação nas margens de troços de ribeiras pequenas (com limpeza e reperfilamento) e ribeiras grandes (com limpeza) localizados nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila

Na tabela 3.8 apresentam-se os resultados obtidos nos referidos testes estatísticos e o respetivo nível de significância (valor de  $p$ ) para a variável cobertura de vegetação nas margens em troços de ribeiras grandes e pequenas.

**Tabela 3.8** - Resultados do teste estatístico independente, para a variável cobertura de vegetação nas margens, em ribeiras grandes e pequenas nos perímetros dos três subsistemas

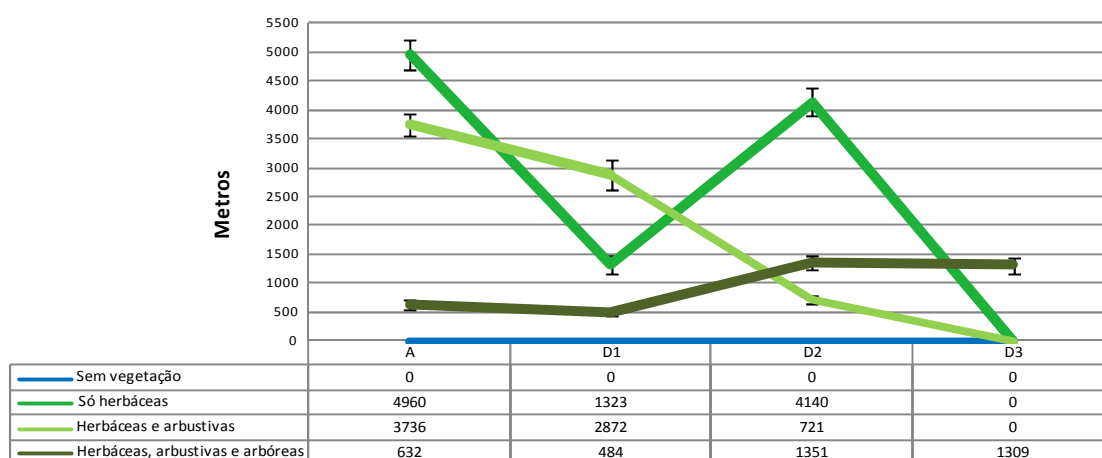
Tipo de ribeiras e tipologia de intervenção		Teste	$p$
Grandes	Limpeza	Kruskall Wallis	0,3114
		Mediana	1,0000
Pequenas	Limpeza	Kruskall Wallis	0,0210
		Mediana	0,0654
Pequenas	Reperfilamento	Kruskall Wallis	0,0003
		Mediana	0,0003

Relativamente às ribeiras grandes, e de acordo com o teste de Kruskall Wallis, não se obtiveram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) desde a intervenção de limpeza e ao longo das três estações de crescimento, no que concerne à cobertura de vegetação das margens.

No que concerne às ribeiras pequenas que foram intervencionadas com a operação de limpeza (vd. figura 3.28), verifica-se uma significativa diferença na variação da cobertura da vegetação nas margens ao longo das estações de crescimento ( $p < 0,05$  para o teste Kruskal Wallis).

Após a intervenção de limpeza verifica-se, até à 1ª estação de crescimento (D1), um decréscimo de troços de ribeiras com cobertura de vegetação nas margens, mais concretamente: pequeno decréscimo de troços de ribeiras formadas por vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, declínio de troços com vegetação herbácea e arbustiva e acentuada diminuição das ribeiras com vegetação herbácea.

Entre a 1ª e 2ª estação de crescimento, a situação de troços com vegetação herbácea nas margens é muito acentuada, registando-se também um aumento de ribeiras com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, no entanto, registam-se troços com declínio da vegetação herbácea e arbustiva. A partir da 2ª estação de crescimento e até à 3ª estação de crescimento, verifica-se um ligeiro decréscimo de troços com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea nas margens, e uma ausência de troços só com vegetação herbácea e de troços com vegetação herbácea e arbustiva.

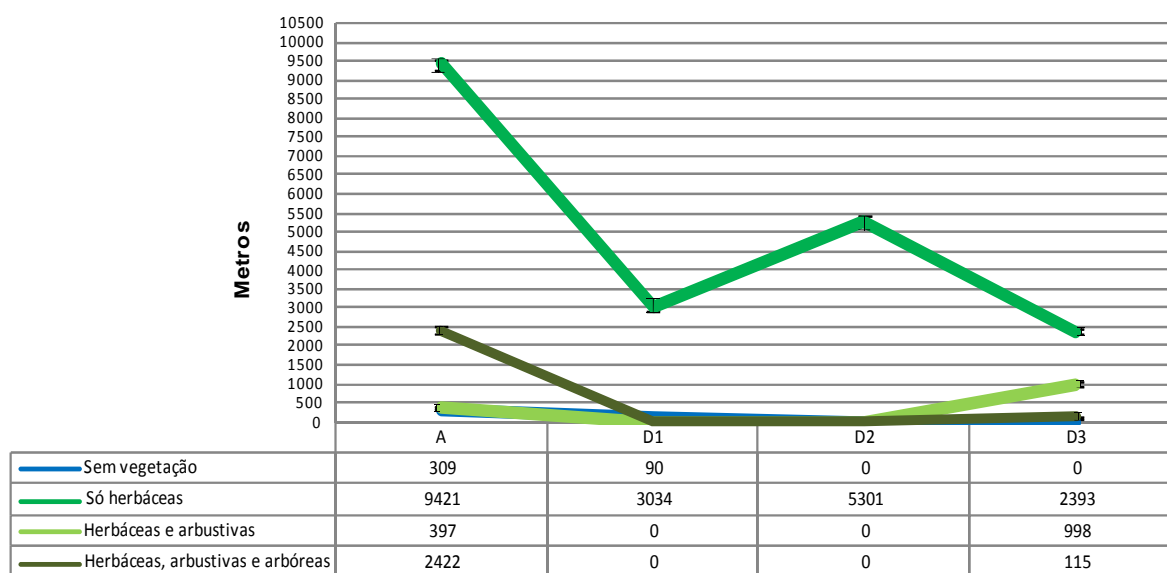


**Figura 3.28** - Evolução da cobertura de vegetação das margens ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas nos três perímetros dos subsistemas em estudo, após a intervenção de limpeza

De acordo com a análise efetuada para a média ( $\bar{x}$ ) e desvio padrão ( $\pm \sigma$ ) nos troços de ribeiras pequenas dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila, constata-se que antes da intervenção de limpeza propriamente dita, as margens de troços de ribeiras com herbáceas foram aqueles que apresentaram maior variação de dados. Relativamente às situações ao longo das estações de crescimento, verifica-se que na 1ª estação de crescimento as maiores oscilações verificam-se para as margens com vegetação herbácea e arbustiva, para a 2ª estação de crescimento nas margens com vegetação herbácea e no caso da 3ª estação apenas nas margens com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea.

No decurso das estações de crescimento registaram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na evolução da cobertura de vegetação das margens em ribeiras pequenas que foram sujeitas a reperfilamento, tal como evidencia o gráfico 3.29.

Decorrida uma estação de crescimento após a intervenção de reperfilamento, verifica-se um decréscimo na extensão de troços de ribeiras com vegetação herbácea, herbácea e arbustiva e sem vegetação. Entre a 1ª estação de crescimento e até à 2ª estação de crescimento verificou-se um aumento na extensão de ribeiras só com vegetação herbácea, mantendo-se a situação idêntica para os troços com vegetação herbácea e arbustiva e vegetação herbácea, arbustiva e arbórea. Já entre a 2ª e a 3ª estação de crescimento verifica-se uma diminuição na extensão de troços só com herbáceas e uma ausência de troços sem vegetação, bem como um aumento da extensão de troços com vegetação herbácea e arbustiva e de troços com vegetação herbáceas, arbustivas e arbóreas, ou seja a recuperação da vegetação leva cerca de 3 anos.



**Figura 3.29-** Evolução da cobertura de vegetação das margens de ribeiras pequenas, ao longo das estações de crescimento e após a intervenção de reperfilamento nos perímetros dos três subsistemas

Relativamente aos valores relativos ao desvio padrão, verifica-se que na situação antes do reperfilamento, a situação de troços de ribeiras só com herbáceas é a que apresenta maior dispersão de valores, situação que também se verifica para uma, duas e três estações de crescimento.

## II. Vegetação nos Taludes

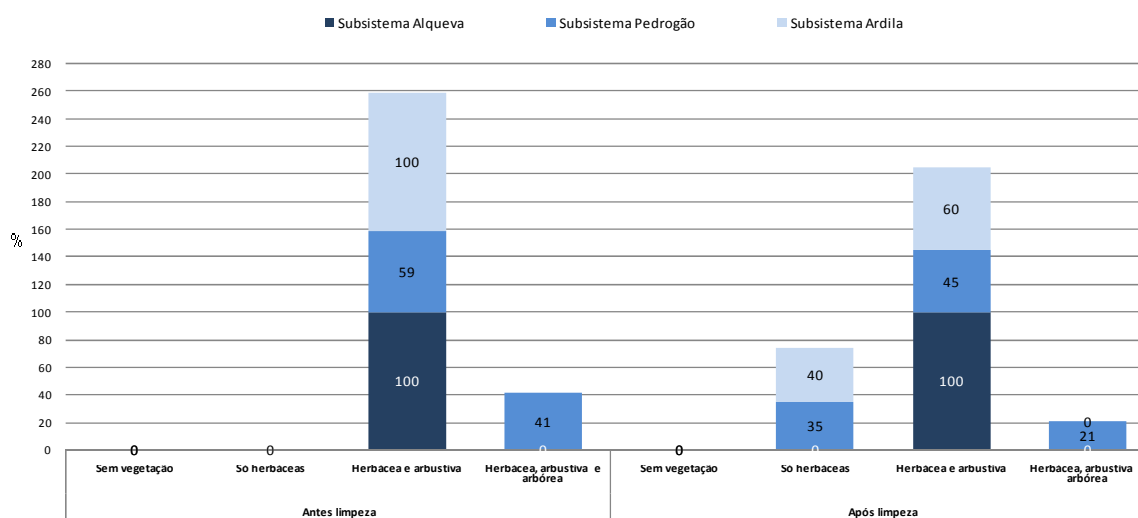
Na tabela 3.9 apresentam-se os valores obtidos para o nível de significância nos testes estatísticos do Sinal e de Wilcoxon, para a variável cobertura de vegetação dos Taludes.

**Tabela 3.9** - Resultados do Teste Estatístico Emparelhado, para a variável cobertura de vegetação dos taludes, em ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos três subsistemas

Tipo e tipologia de intervenção das Ribeiras		Teste	p
Grandes	Limpeza	Wilcoxon	0,000089
		Teste do Sinal	0,000022
Pequenas	Limpeza	Wilcoxon	0,221331
		Teste do Sinal	0,267258
Pequenas	Reperfilamento	Wilcoxon	0,000027
		Teste do Sinal	0,000004

Nas ribeiras grandes verificaram-se diferenças muito significativas ( $p < 0,0001$ ), respetivamente, após a intervenção de limpeza dos taludes.

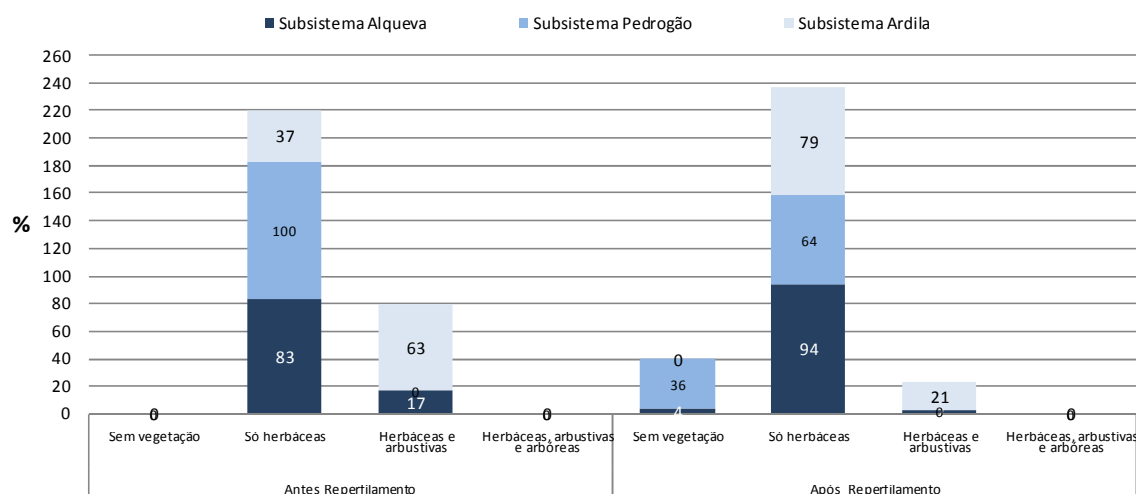
Da figura 3.30, verifica-se que, à semelhança do obtido para a cobertura de vegetação nas margens, também para a cobertura de vegetação nos taludes a percentagem de troços com vegetação herbácea teve um acréscimo após a intervenção de limpeza, em oposição com a vegetação herbácea, arbustiva e arbórea que decresceu após a limpeza. De igual modo, e à semelhança do sucedido para a cobertura de vegetação das margens em ribeiras grandes, também a percentagem de troços de ribeiras com cobertura de vegetação herbácea e arbustiva se manteve.

**Figura 3.30** - Variação da cobertura de vegetação nos taludes em ribeiras grandes antes e após a limpeza, nos Perímetros dos três Subsistemas de Rega de Alqueva, Pedrogão e Ardila

No que às ribeiras pequenas diz respeito, não se registaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) após a intervenção de limpeza.

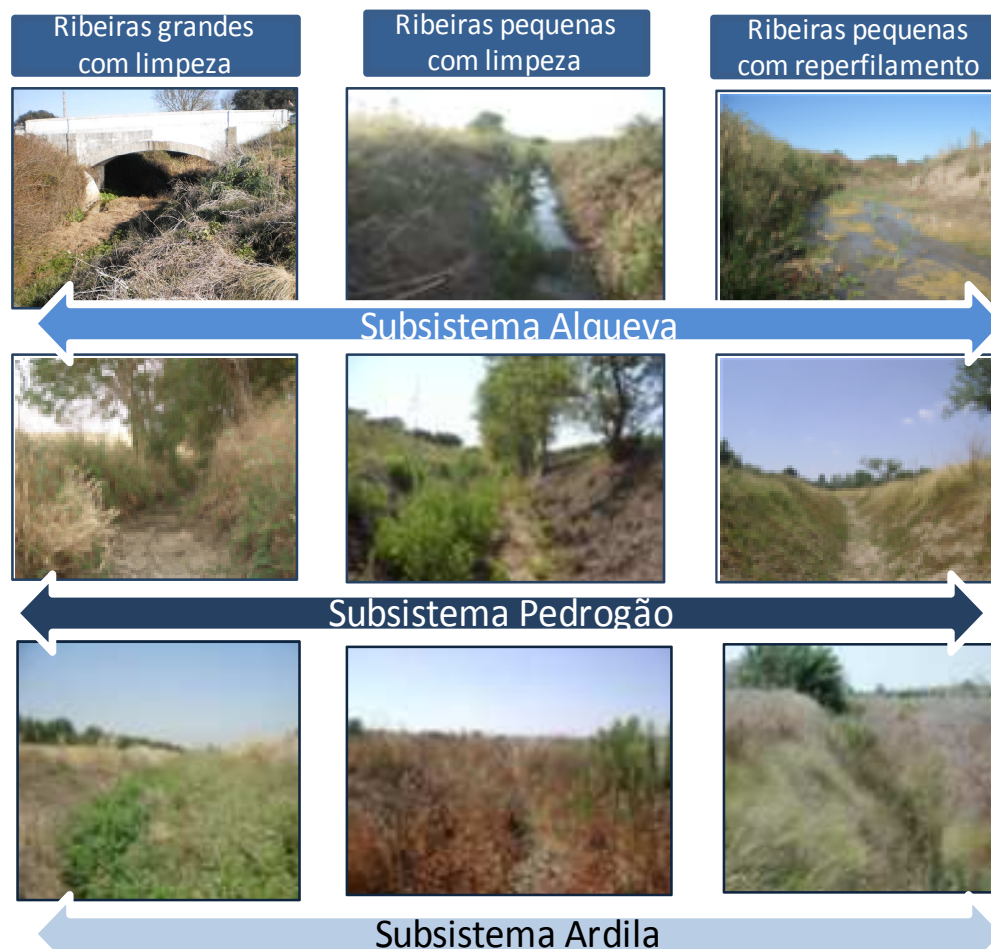
Nas ribeiras reperfiladas (vd. figura 3.31), verificaram-se, após a intervenção de reperfilamento, diferenças muito significativas ( $p < 0,0001$ ), mais concretamente, o aumento de troços só com vegetação herbácea (situações de 2 e 3 estações de crescimento), e de troços sem vegetação nos taludes (Subsistema de Pedrogão). A percentagem de troços com vegetação herbácea e arbustiva nos

taludes decresceu após a intervenção de reperfilamento, principalmente naqueles com mais estações de crescimento.



**Figura 3.31** - Variação da cobertura de vegetação dos taludes em ribeiras pequenas antes e após o reperfilamento de ribeiras nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila

A figura 3.32 demonstra as situações referidas anteriormente no âmbito da análise estatística emparelhada.



**Figura 3.32** - Aspeto geral da cobertura de vegetação dos taludes de troços de ribeiras pequenas (com limpeza e reperfilamento) e ribeiras grandes (com limpeza) localizados nos perímetros dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila



De acordo com o exposto na tabela 3.10, verifica-se que ao longo das estações de crescimento não se verificaram diferenças significativas ( $p>0,05$ ) na cobertura de vegetação de taludes dos troços de ribeiras grandes dos três subsistemas, assim como dos troços de ribeiras do tipo pequeno (sujeitas a limpeza e a reperfilamento).

**Tabela 3.10** - Resultados do Teste Estatístico Independente, para a variável cobertura de vegetação dos taludes, em ribeiras grandes e pequenas

Tipo e tipologia de intervenção das Ribeiras		Teste	p
Grandes	Limpeza	Kruskall Wallis	0,1331
		Mediana	0,9023
Pequenas	Limpeza	Kruskall Wallis	0,6568
		Mediana	0,6298
Pequenas	Reperfilamento	Kruskall Wallis	0,4980
		Mediana	0,3759

### III. Vegetação no Rasto

Na tabela 3.11 apresenta-se o resultado da análise estatística emparelhada - Testes estatísticos do Sinal e de *Wilcoxon*, cujo intuito foi avaliar as diferenças entre as situações antes e após as intervenções de limpeza e reperfilamento e o seu efeito a nível da cobertura de vegetação do rasto, nos troços localizados nos subsistemas em estudo.

**Tabela 3.11** - Resultados dos Testes Estatísticos Emparelhados, para a variável cobertura de vegetação do Rasto, em ribeiras grandes e pequenas

Tipo e tipologia de intervenção das Ribeiras		Teste	p
Grandes	Limpeza	Wilcoxon	0,086861
		Teste do Sinal	0,096092
Pequenas	Limpeza	Wilcoxon	0,092602
		Teste do Sinal	0,113846
Pequenas	Reperfilamento	Wilcoxon	0,000008
		Teste do Sinal	0,000001

Após a intervenção de limpeza nas ribeiras grandes não se registaram diferenças significativas ( $p>0,05$ ), em conformidade com os resultados obtidos nos testes estatísticos emparelhados.

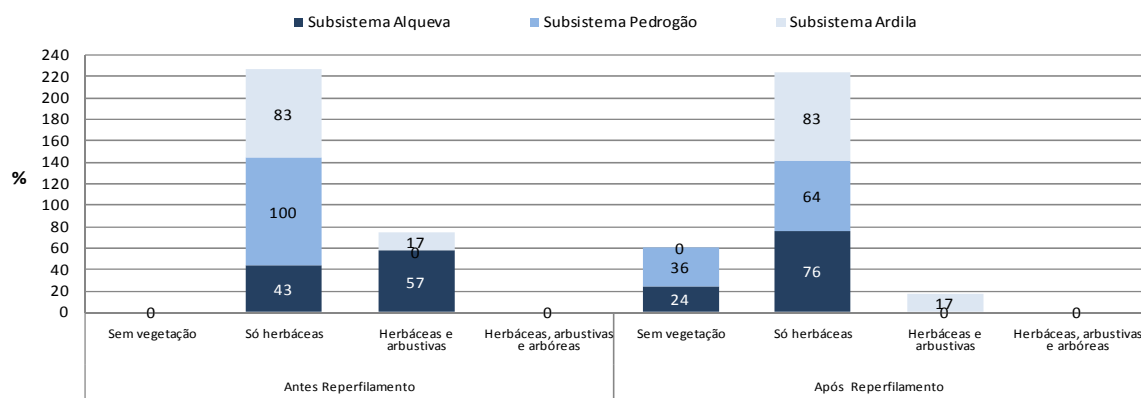
Também não se observaram diferenças ( $p>0,05$ ) após a intervenção de limpeza do rasto em troços de ribeiras pequenas.

Após a intervenção de reperfilamento, aumentou significativamente ( $p=0,000008$  e  $p=0,000001$  para o Teste do Sinal e Teste de Wilcoxon) a percentagem de troços de ribeiras pequenas sem vegetação no rasto.

Tal como evidencia a figura 3.34, observou-se um aumento de troços sem vegetação, particularmente nos troços com uma e duas estações de crescimento.

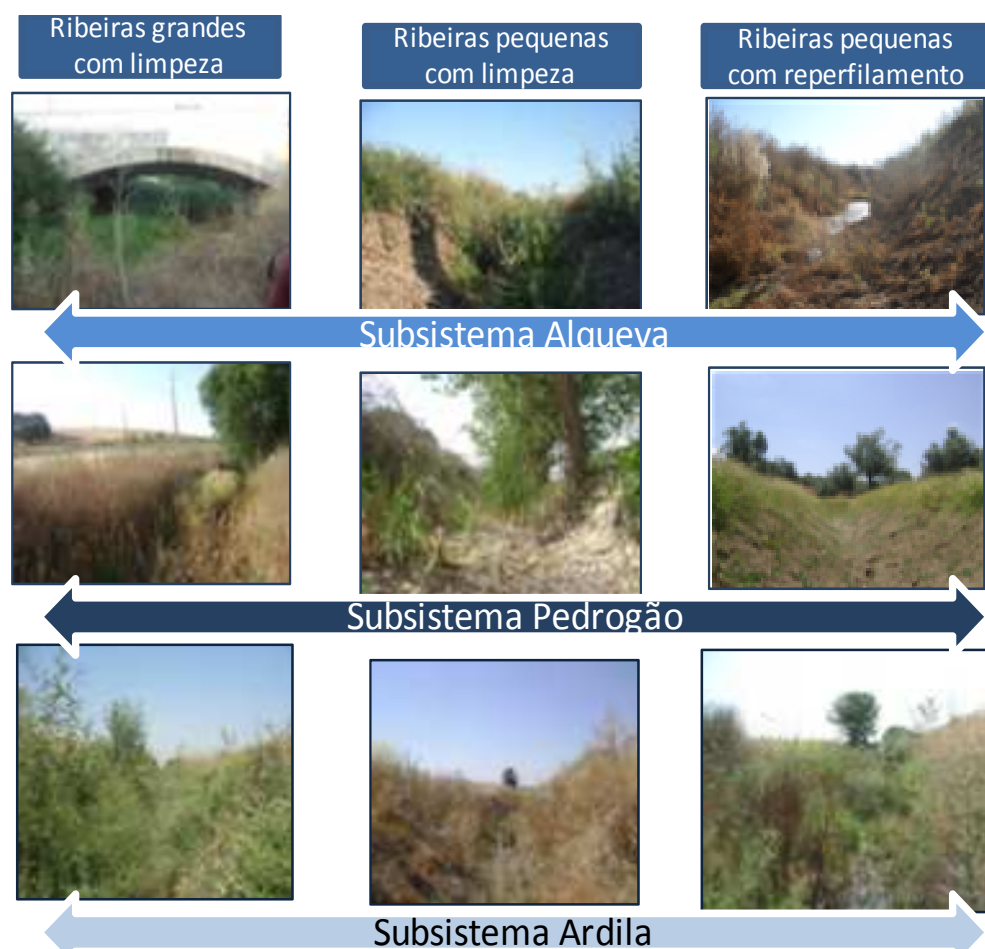
De salientar também, após o reperfilamento dos troços de ribeiras de Alqueva, a ocorrência de troços sem vegetação e a redução de troços com vegetação herbácea e arbustiva.

No que concerne às ribeiras com três estações de crescimento, a situação manteve-se idêntica à situação antes da intervenção, ou seja, mantiveram-se as mesmas percentagens de troços com herbáceas e de troços com espécies herbáceas e arbustivas na cobertura de vegetação do rasto.



**Figura 3.33** - Variação da cobertura de vegetação no rasto em ribeiras pequenas antes e após o reperfilamento, nos Perímetros dos Subsistemas de Rega de Alqueva, Pedrogão e Ardila

Na figura seguinte ilustram-se imagens relativas ao aspeto da cobertura do rasto de troços de ribeiras, após a intervenção de reperfilamento.



**Figura 3.34** - Aspecto geral da cobertura de vegetação no rasto em troços de ribeiras pequenas (com limpeza e reperfilamento) e ribeiras grandes (com reperfilamento) localizados nos perímetros dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila.

Na tabela 3.12, apresentam-se os resultados obtidos nos testes estatísticos independentes de *Kruskal Wallis* e *Mediana* para a variável cobertura de vegetação no rasto.

**Tabela 3.12** - Resultados do Teste Estatístico Independente, para a Variável Cobertura de Vegetação do Rasto, em ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos três subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

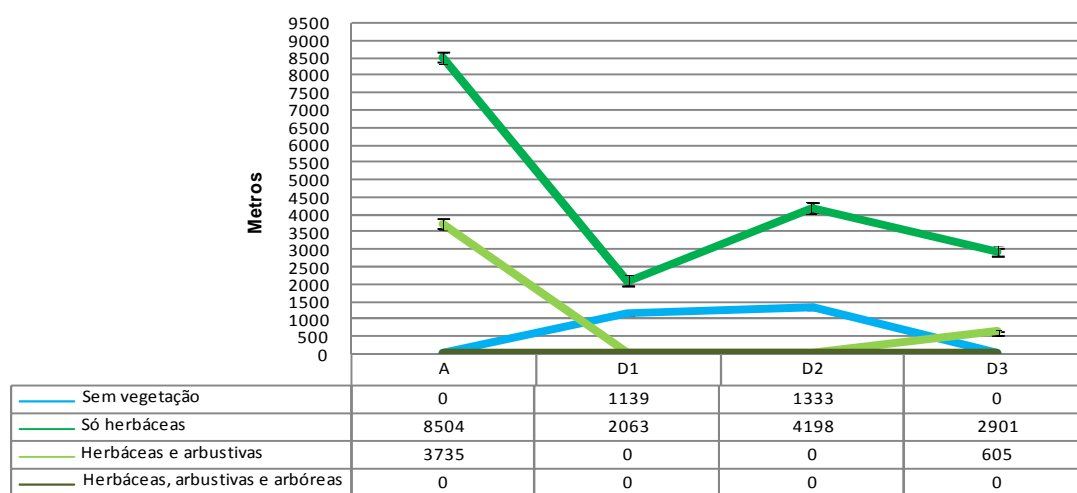
Tipo e tipologia de intervenção das Ribeiras		Teste	p
Grandes	Limpeza	Kruskal Wallis	0,5749
		Mediana	0,2504
Pequenas	Limpeza	Kruskal Wallis	0,2585
		Mediana	0,4178
Pequenas	Reperfilamento	Kruskal Wallis	0,0011
		Mediana	0,0010

Ao longo das estações de crescimento não se registaram diferenças significativas na cobertura de vegetação do rasto após a intervenção de limpeza quer nas ribeiras grandes quer nas ribeiras pequenas dos três subsistemas de rega ( $p > 0,05$ ).

Ao longo das estações de crescimento verificam-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) após o reperfilamento de ribeiras do tipo pequeno.

Pela análise da figura 3.35, verifica-se que após a intervenção de reperfilamento e até à 1ª estação de crescimento ocorreu um aumento dos troços sem vegetação, e um declínio na situação de troços com vegetação herbácea e com vegetação herbácea e arbustiva na cobertura de vegetação do rasto. Entre a 1ª e a 2ª estação de crescimento destaca-se um aumento de troços com vegetação herbácea e uma ausência de troços com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea.

A partir da 2ª estação de crescimento, volta a verificar-se a ocorrência de troços com vegetação herbácea e arbustiva e um declínio de troços com vegetação herbácea e de troços sem vegetação.



**Figura 3.35** - Evolução da cobertura de vegetação do rasto ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas reperfiladas dos perímetros dos três subsistemas

Relativamente aos valores de desvio padrão e média, verifica-se que, na situação antes do reperfilamento, a situação de troços de ribeiras só com herbáceas e arbustivas é a que apresenta maior dispersão de valores. Relativamente às situações após o reperfilamento, ou seja em D1, D2 e D3, constata-se que a situação da cobertura de vegetação só com herbáceas foi a que apresentou as maiores dispersões em termos de desvio padrão.

#### **IV. Breves considerações/conclusões da análise estatística emparelhada e independente para os efeitos e eficácia das intervenções na cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto**

No âmbito da análise estatística emparelhada (Teste do Sinal e Teste de Wilcoxon) obtiveram-se diferenças muito significativas ( $p < 0,0001$ ) para a situação antes e após a limpeza de ribeiras grandes, nomeadamente para as variáveis de vegetação: cobertura de vegetação das margens e taludes.

No que concerne aos efeitos e eficácia da intervenção de reperfilamento em ribeiras pequenas, conclui-se que todas as situações de cobertura de vegetação estudadas (margens, taludes e rasto) apresentaram diferenças significantes ( $p < 0,0001$ ) após a intervenção de reperfilamento.

As ribeiras do tipo pequeno que foram sujeitas a limpeza não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) no que à cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto diz respeito.

#### **a. Ribeiras do tipo grande – Cobertura de Vegetação das margens, taludes e rasto**

No que à intervenção de limpeza concerne, pode-se concluir que após a limpeza das margens e taludes de ribeiras do tipo grande, para situações de intervenção com uma e três estações de crescimento (caso das ribeiras dos Subsistemas de Pedrogão e Ardila), surgiram espécies herbáceas na cobertura de vegetação das margens (contrariamente à situação prévia à intervenção, onde não existiam troços só com vegetação herbácea).

Verificou-se, também, um decréscimo da cobertura de vegetação de margens e taludes constituídos por vegetação herbácea e arbustiva (para 1 e 3 estações de crescimento para o caso da cobertura de vegetação das margens e uma e três estações de crescimento para a cobertura de vegetação dos taludes) e por vegetação herbácea, arbustiva e arbórea (para 1 estação de crescimento).

Para os troços analisados com 2 estações de crescimento (caso dos troços de ribeiras do Subsistema Alqueva) a situação manteve-se idêntica (antes e após a limpeza), com a mesma percentagem de troços com vegetação herbácea e arbustiva na cobertura de vegetação das margens e taludes.

No que concerne à cobertura de vegetação do rasto, não se verificaram diferenças ( $p > 0,05$ ) antes e após a intervenção de limpeza em ribeiras do tipo grande, como referido anteriormente.

Em síntese, verificou-se após a limpeza de ribeiras grandes, para troços com 1 e 3 estações de crescimento (Subsistemas de Pedrogão e Ardila), a ocorrência de vegetação herbácea e o decréscimo da vegetação herbácea e arbustiva nas margens e nos taludes. De salientar ainda, o declínio da cobertura de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea das margens e taludes em troços com 1 estação de crescimento. Para os troços com 2 estações de crescimento (subsistema de Alqueva), manteve-se a cobertura de vegetação com espécies herbáceas e arbustivas nas margens e taludes. Os resultados obtidos a nível de ribeiras do tipo grande podem refletir a eficiência e eficácia da reabilitação da vegetação herbácea nas margens e taludes das ribeiras, logo após a intervenção de limpeza, nomeadamente nos troços com uma e três estações de crescimento, mantendo-se a situação de troços com cobertura de vegetação herbácea e arbustiva nas situações com 2 estações de crescimento.

**b. Ribeiras pequenas com intervenção de limpeza**

Tal como referido anteriormente, para as ribeiras do tipo pequeno que foram sujeitas a limpeza, não ocorreram diferenças significativas na cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto entre a situação antes e após a intervenção.

**c. Ribeiras pequenas com intervenção de reperfilamento**

Após esta intervenção não se verificou qualquer cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em troços com 1 e 2 estações de crescimento (ribeiras do subsistema de rega de Pedrogão e Alqueva respetivamente). De salientar o aumento da cobertura da vegetação herbácea registado nas margens e taludes de troços com 2 e 3 estações de crescimento, e o aumento da cobertura de vegetação do rasto em troços com 2 estações de crescimento.

Registou-se também um declínio da cobertura de vegetação herbácea e arbustiva nas margens de troços com 2 e 3 estações de crescimento (Subsistemas de Alqueva e Ardila), bem como nos taludes e rasto de troços com 3 estações de crescimento (Subsistema Ardila).

No caso da vegetação do rasto, de referir ainda que não ocorreu variação da cobertura da vegetação herbácea e da vegetação herbácea e arbustiva, em troços com 3 estações de crescimento (Subsistema Ardila), ou seja, a situação manteve-se idêntica entre o “*antes e o após*” o reperfilamento.

No reperfilamento em ribeiras do tipo pequeno, logo após esta intervenção ocorrem troços sem vegetação nas margens, taludes e rasto, pelo menos até à segunda estação de crescimento, no entanto, a partir da 2ª estação de crescimento, existe o restabelecimento da vegetação herbácea das margens, taludes e rasto. Na 3ª estação de crescimento, de salientar, a ocorrência generalizada de troços com vegetação herbácea e arbustiva nas margens.

A evolução e resposta da vegetação é indicadora da capacidade de regeneração da vegetação, sobretudo da vegetação herbácea na 2ª estação de crescimento e da vegetação arbustiva na 3ª estação de crescimento.

A figura 3.36, evidencia-se a presença de vegetação herbácea e arbustiva nas margens, em troços de uma ribeira já com 3 estações de crescimento.



**Figura 3.36** - Vegetação herbácea e arbustiva presente nas margens de troços de ribeira com 3 estações de crescimento

Na tabela 3.13 apresentam-se os resultados do Teste Estatístico Emparelhado e sumaria o comportamento da vegetação nas margens, taludes e rasto após a realização das intervenções.

**Tabela 3.13** - Resultados dos Testes Emparelhados, para a cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto após a realização das intervenções

Ribeiras	Teste Emparelhado					
	Cob Veg Margens		Cob veg Taludes		Cob veg rasto	
	p	Após intervenção	p	Após intervenção	p	Após intervenção
grandes com limpeza	<0,0001	↑ troços com vegetação herb	<0,0001	↑ troços com veg. herb	>0,05	Não ocorreram diferenças significativas
		↓ troços com vegetação herb+ arbust ↓ troços com vegetação herb+ arbust+ arb		↓ troços com veg. Herb + arbust e ↓ troços com veg herb+arbust+arb		
		manutenção de troços com vegetação herb+arbust		manutenção de troços com veg herb+arbust		
pequenas com limpeza	>0,05	não ocorreram diferenças significativas	>0,05	não ocorreram diferenças significativas	>0,05	não ocorreram diferenças significativas
pequenas com reperfilamento	<0,0001	↑ troços sem vegetação nas margens; ↑ troços com veg herb ↑ troços com veg herb+arb	<0,0001	↑ troços sem vegetação; ↑ troços com veg. Herb	<0,0001	↑ troços sem veg. ↑ troços com veg. herb.
		↓ troços com veg herb+arbust+arb		↓ troços com veg. herb+arb		↓ troços com veg herb+arbust
						manutenção troços com veg. herb e com veg. herb+arbust

Aumento	Diminuição	Manutenção	Sem diferenças

Conclui-se, deste modo que a intervenção de limpeza não produz grandes alterações da vegetação do rasto em ribeiras grandes e pequenas; no entanto, nas ribeiras pequenas com reperfilamento, já há alguns troços que ficam sem vegetação, apesar da maioria dos troços se manter idêntica. Na vegetação do talude e da margem para as ribeiras grandes com limpeza e pequenas com reperfilamento não há um padrão, nuns diminui, noutros aumenta. No entanto, nas pequenas com limpeza, a vegetação recupera logo a seguir e não se vêem diferenças.

Se o objetivo da requalificação hidráulico inclui o controlo da vegetação, verifica-se que apenas com o reperfilamento isso é possível e, mesmo assim, não é em todos os casos, nunca com apenas a intervenção de limpeza.

Para os resultados obtidos no âmbito da análise estatística independente (Teste de Kruskal Wallis e Teste da Mediana), relativos à variação da cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto, ao longo das estações de crescimento (D1, D2 e D3), pode-se concluir que não se obtiveram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para as ribeiras grandes após a intervenção de limpeza.

No que concerne às ribeiras pequenas, não se observaram, após a intervenção de limpeza, diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) na variação da cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto.

Após a intervenção de reperfilamento, registaram-se diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) no que concerne à evolução da vegetação das margens e rasto dos troços analisados, não se tendo registado, no entanto, diferenças na evolução da vegetação dos taludes ( $p > 0,05$ ).

Na cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto de ribeiras grandes não se verificaram variações após a intervenção de limpeza, conforme referido anteriormente.

Após a intervenção de limpeza verificou-se nas margens de ribeiras pequenas, que até à 1ª estação de crescimento (D1) ocorreu um decréscimo da extensão de troços com cobertura de vegetação herbácea (em oposição ao observado nas ribeiras grandes), herbácea e arbustiva e herbácea, arbustiva e arbórea.

Na cobertura de vegetação das margens e taludes de ribeiras pequenas, não se verificaram variações após a intervenção de limpeza.

A tabela 3.14, relativa, aos resultados do Teste Estatístico Independente, expressa o comportamento da vegetação nas margens, taludes e rasto após a realização das intervenções.



**Tabela 3.14** - Resultado dos Testes Independentes para a cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto após a realização das intervenções

	Teste Independente								
	Cob Veg Margens			Cob veg Taludes			Cob veg rasto		
Ribeiras	p	Var. entre Estações	Tipo de Cobertura de Vegetação	p	Var. entre Estações	Tipo de Cobertura de Vegetação	p	Var. entre Estações	Tipo de Cobertura de Vegetação
grandes com limpeza	>0,05	A -D1 D1-D2 D2- D3	não ocorreram diferenças significativas	>0,05	A -D1 D1-D2 D2-D3	Não ocorreram diferenças significativas	>0,05	A -D1 D1-D2 D2- D3	Não ocorreram diferenças significativas
pequenas com limpeza	<0,05	A -D1 D1-D2 D2- D3	↓ troços com veg. herb; ↓ troços com veg. herb+ arbust; ↓ troços com veg. herb + arbust + arb ↑ troços com veg. herb ↑ troços com veg. Herb+arbust+arb ↓ troços com vegetação herb + arbust ↓ troços com vegetação herbácea; ↓ troços com vegetação herb+arbust e ↓ troços com vegetação herb+arbust +arb	>0,05	A -D1 D1-D2 D2-D3	Não ocorreram diferenças significativas	>0,05	A -D1 D1-D2 D2- D3	Não ocorreram diferenças significativas
pequenas com reperfilamento	<0,05	A -D1 D1-D2 D2- D3	↓ troços com veg. herb; ↓ troços com veg herb+arb+arbust; ↓ troços sem veg. nas margens ↑ rib com veg. herb. ausência de troços com veg herb+arbust+arb e da veg herb+arbust ↓ troços com veg herb ↑ troços com veg herb +arbust ↑ troços com vegetação ausência de troços com veg herb+arbust+arb	>0,05	A -D1 D1-D2 D2-D3	Não ocorreram diferenças significativas	<0,05	A -D1 D1-D2 D2- D3	↑ troços sem veg ↓ troços com veg herb+arbust; ↓ troços com veg herb ausência troços com veg. Herb+arbust+arb ↑ troços com veg herb; ↑ troços sem veget ausência troços veg herb +arbust e ausencia de troços com veg ↑ troços com veg herb + arbust ausência de troços com veg herb+arbust+arb ↓ troços sem veg; ↓ troços com veg herb
			Ausência	Aumento	Diminuição	Sem diferenças			

Em síntese, pode-se concluir para as ribeiras pequenas sujeitas a limpeza, que foi entre a 1ª e 2ª estação de crescimento, que a extensão de troços com vegetação herbácea e com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea aumentou, registando-se, no entanto, uma diminuição de troços com vegetação herbácea e arbustiva (à semelhança do observado nas ribeiras grandes com este tipo de intervenção).

Entre a 2ª e a 3ª estação de crescimento, observou-se um decréscimo de troços com cobertura de vegetação herbácea e com vegetação herbácea e arbustiva nas margens, em oposição à situação observada nos troços de ribeiras grandes com limpeza.

No que à intervenção de reperfilamento diz respeito, verificou-se, para o caso das ribeiras pequenas, após a ocorrência desta intervenção e até à situação de uma estação de crescimento, um declínio da extensão de troços com vegetação nas margens e no rasto (mais concretamente: herbácea, herbácea e arbustiva, e herbácea, arbustiva e arbórea no caso das margens e de vegetação herbácea, e herbácea e arbustiva no caso do rasto), bem como um aumento de troços sem vegetação no rasto. Pese embora em seguida à intervenção de reperfilamento, se ter observado uma grande quantidade de troços sem qualquer vegetação nas margens.

O período correspondente à 1ª e 2ª estação, destaca-se pelo acentuado desenvolvimento da vegetação herbácea nas margens e no rasto, por um aumento de troços sem vegetação no rasto e por uma ausência de troços com vegetação herbácea e arbustiva e de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, situação que se inverte a partir da 2ª estação onde a ocorrência de troços com vegetação herbácea e arbustiva prevalece nas margens e rasto e onde a ocorrência de troços com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea também sucede no rasto. De destacar ainda, um declínio de troços sem vegetação (no caso do rasto) e de troços com vegetação herbáceas nas margens e rasto e uma ausência de troços com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea nas margens e rasto de ribeiras pequenas.

Constata-se que foram as ribeiras pequenas sujeitas a intervenção de reperfilamento que apresentaram diferenças significativas antes e após a intervenção e ao longo das estações de crescimento, situação que não se verificou para as situações de ribeiras grandes e pequenas que foram intervencionadas por limpeza.

De referir que após a intervenção de reperfilamento, ocorreu um aumento significativo da percentagem de troços de ribeiras do tipo pequeno sem vegetação no rasto, mesmo após duas a três estações de crescimento.

### 3.3.3.2 Quantidade de Canas e Silvas

#### I. Canas

A Análise Estatística Emparelhada relativa aos Testes do Sinal e Teste de Wilcoxon, relativa aos efeitos da quantidade de canas em troços de ribeiras localizados nos subsistemas de rega de Alqueva, Pedrógão e Ardila, por tipo de ribeira (grandes e pequenas) e por tipo de intervenção, apresenta-se na tabela 3.15.

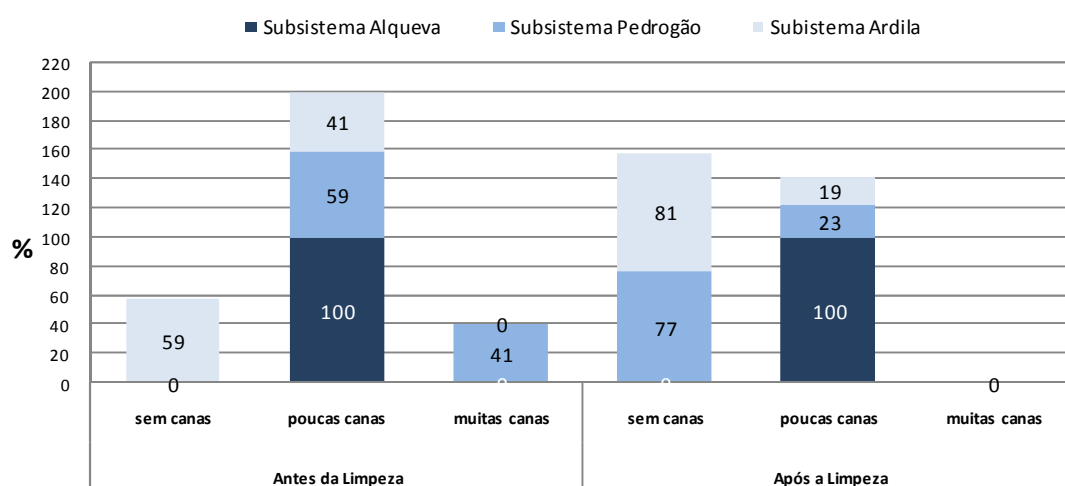
**Tabela 3.15** - Resultados do Teste Estatístico Emparelhado, para a variável quantidade de canas, em ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

Tipo e tipologia de intervenção das Ribeiras		Teste	p
Grandes	Limpeza	Wilcoxon	0,000004
		Teste do Sinal	0,000000
Pequenas	Limpeza	Wilcoxon	0,002093
		Teste do Sinal	0,001154
Pequenas	Reperfilamento	Wilcoxon	0,005618
		Teste do Sinal	0,003609

No caso de ribeiras grandes com intervenção de limpeza, verifica-se a existência de diferenças significantes (com  $p=0,000004$  e  $p=0,000000$  para o Teste do Sinal e Teste de Wilcoxon). No entanto,

verifica-se a constância de troços com poucas canas (para as situações de 1, 2 e 3 estações de crescimento).

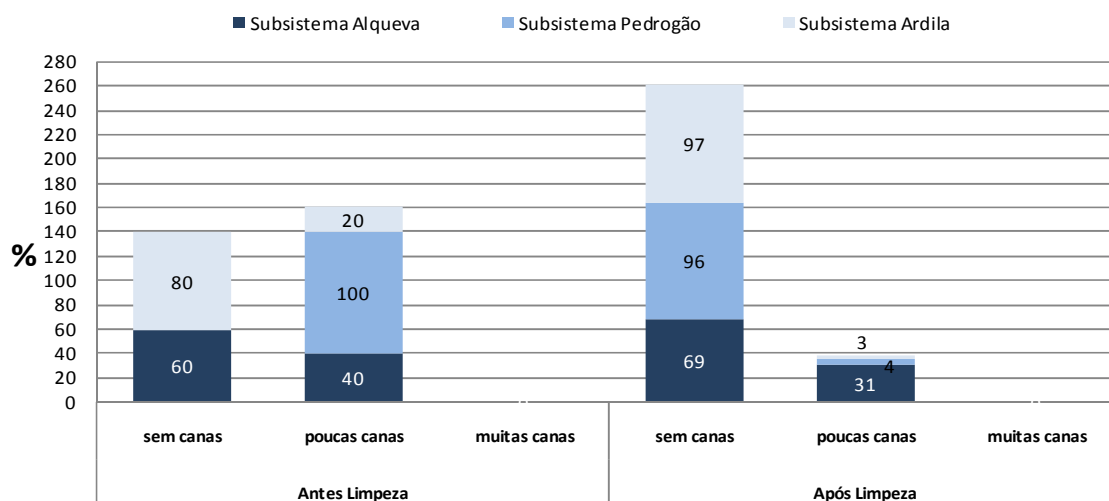
Nas ribeiras localizadas no subsistema Ardila (vd. figura 3.37), onde a intervenção decorreu há mais tempo (com 3 estações de crescimento), verifica-se um aumento das ribeiras sem canas, assim como nos troços com 1 estação de crescimento. Após 2 anos de intervenção, verifica-se nos troços com 2 estações de crescimento, que a situação se manteve idêntica à situação antes da limpeza. De salientar ainda, a ausência de troços com muitas canas após a intervenção de limpeza.



**Figura 3.37** - Variação da quantidade de canas antes e após a intervenção de limpeza em ribeiras grandes localizadas nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila

De acordo com o resultado dos testes estatísticos do Sinal e de Wilcoxon, ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) após a limpeza das ribeiras pequenas. Verifica-se nas situações com 3 estações de crescimento (Subsistema Ardila), que a percentagem de troços sem canas aumentou (vd. figura 3.38).

Na generalidade das situações, verifica-se que após a intervenção de limpeza a percentagem de ribeiras sem canas e com poucas canas aumentou e que se extinguiram os troços com muitas canas.



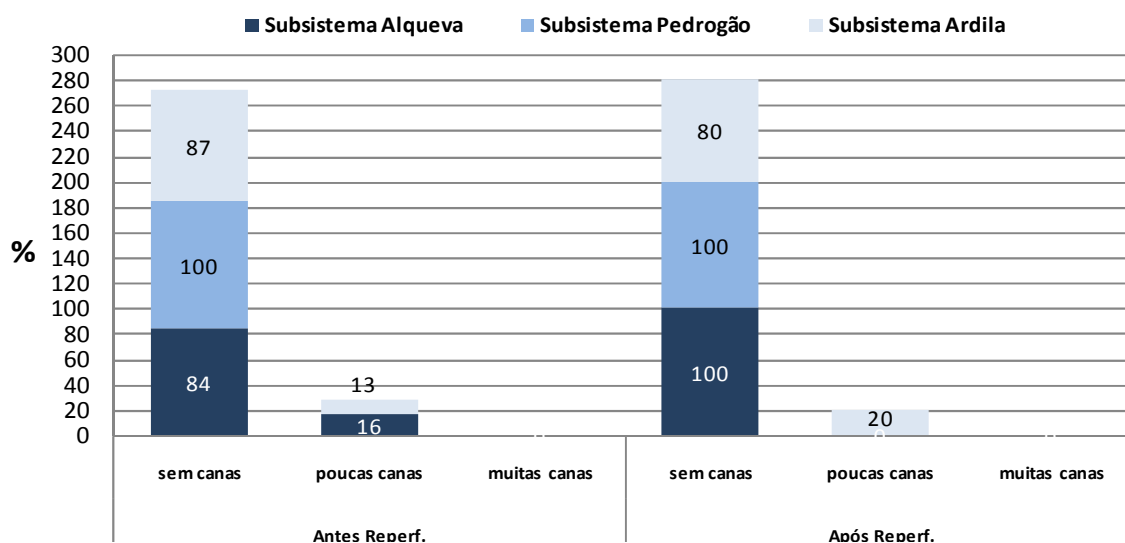
**Figura 3.38** - Variação da quantidade de canas antes e após a intervenção de limpeza em ribeiras pequenas localizadas nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila

Para as ribeiras pequenas, obtiveram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) após a intervenção de reperfilamento, tal como ilustra a figura 3.39.

Nas situações cuja intervenção foi mais recente, com uma e duas estações de crescimento (como é o caso de Pedrogão e de Alqueva) não se registou a presença de canas.

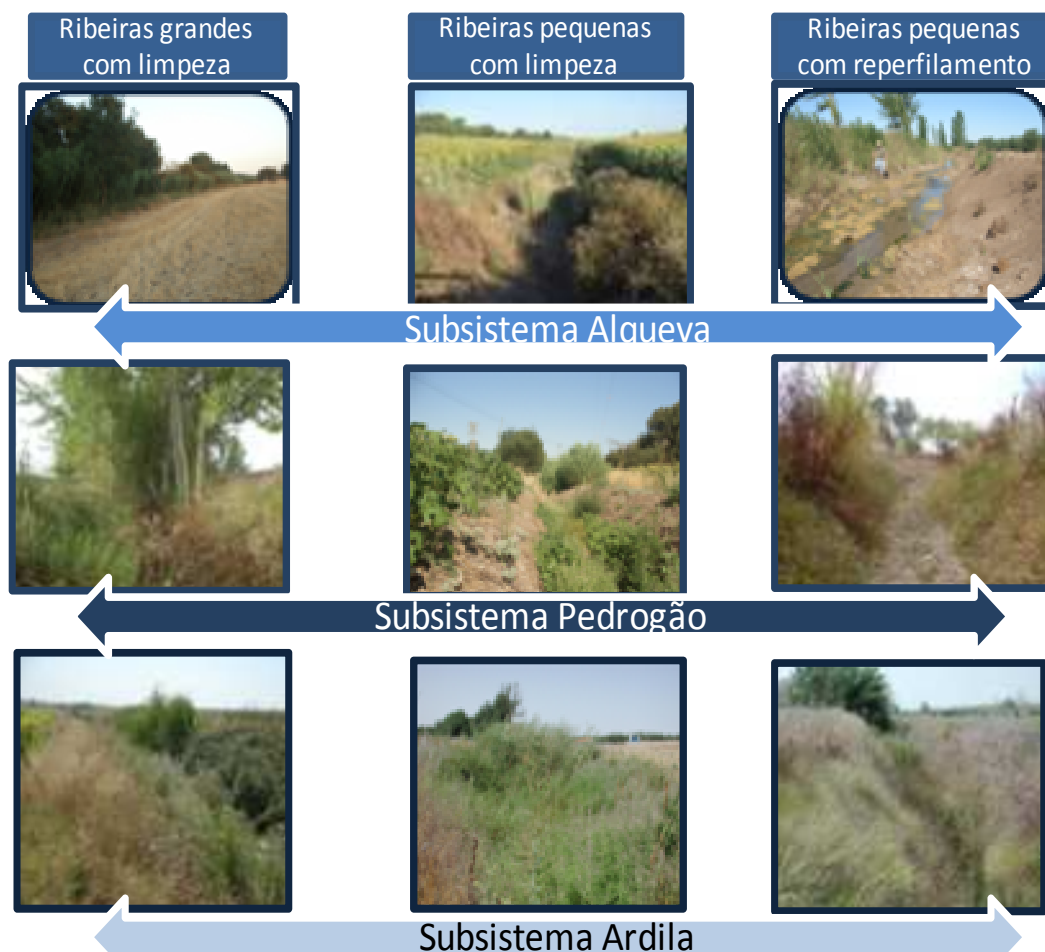
Verifica-se, no entanto, que após 3 anos de intervenção é notória a presença de canas (Subsistema Ardila), embora com quantidade mais reduzida.

De assinalar também à semelhança do sucedido nas ribeiras grandes (após a limpeza), a ausência de troços com muitas canas após o reperfilamento.



**Figura 3.39** - Variação da quantidade de canas antes e após a intervenção de reperfilamento em ribeiras pequenas localizadas nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila

A figura 3.40 evidencia as situações referidas anteriormente com ilustração de alguns troços após as intervenções de limpeza em ribeiras do tipo grande e pequeno e, após a intervenção de reperfilamento em ribeiras do tipo pequeno, nos subsistemas em estudo.



**Figura 3.40** - Aspeto geral da quantidade de canas em troços de ribeiras pequenas (com limpeza e reperfilamento) e ribeiras grandes (com limpeza) localizados nos subsistemas em estudo

Na tabela 3.16 apresentam-se os resultados obtidos para o nível de significância ( $p$ ) nos testes estatísticos independentes - Kruskal Wallis e Mediana, relativos à variável quantidade de canas.

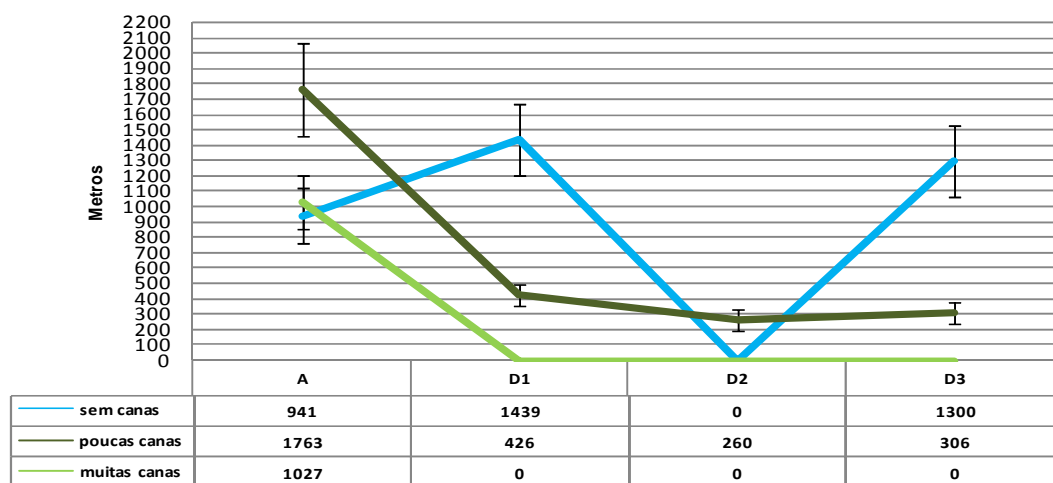
**Tabela 3.16** - Resultados do Teste Estatístico Independente, para a quantidade de canas, em ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

Tipo e tipologia de intervenção das Ribeiras		Teste	$p$
Grandes	Limpeza	Kruskall Wallis	0,0384
		Mediana	0,4868
Pequenas	Limpeza	Kruskall Wallis	0,0020
		Mediana	0,0013
Pequenas	Reperfilamento	Kruskall Wallis	0,134
		Mediana	0,0202

Após a limpeza de canas nas ribeiras grandes, assistiram-se a diferenças significativas ( $p < 0,05$  para o teste de Kruskal Wallis), ou seja, verificou-se um declínio de troços com situações pontuais de canas e

de troços com muitas canas até à 1ª estação de crescimento, ausência da situação de troços com muitas canas desde a 1ª até à 3ª estação de crescimento.

Entre a 1ª e 2ª estação de crescimento, verificou-se uma ligeira diminuição na extensão de troços com poucas canas e um acentuado declínio de troços sem canas, situação que se inverteu entre a 2ª e a 3ª estação de crescimento, onde a quantidade de troços sem canas voltou a aumentar.



**Figura 3.41** - Evolução da quantidade de canas antes da intervenção de limpeza e ao longo das estações de crescimento nas ribeiras grandes nos Perímetros dos Subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

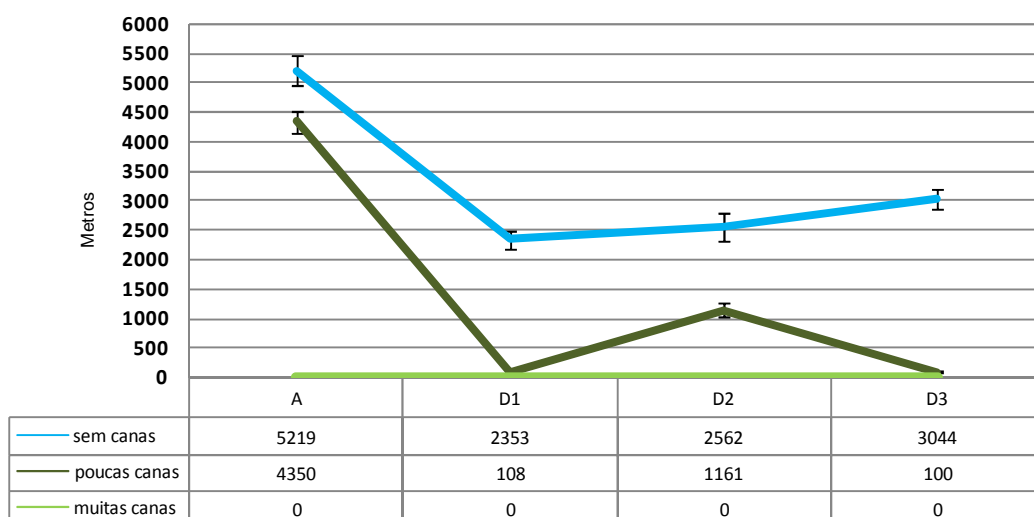
Da análise efetuada ao desvio padrão e média em troços de ribeiras grandes, verifica-se que, na situação antes da limpeza, os troços com poucas canas são os que apresentam maior dispersão de dados.

Nas situações com uma estação de crescimento verifica-se que a situação de troços de ribeiras sem canas é a que apresenta maior dispersão de dados, enquanto a situação de troços com poucas canas é aquela que apresenta maior dispersão de dados para as situações de duas e três estações de crescimento.

Ao longo das estações de crescimento verificam-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) após a intervenção de limpeza nas ribeiras pequenas (vd. figura 3.42), ou seja, até à primeira estação de crescimento (D1) decresceu a situação de troços de ribeiras sem canas e com poucas canas.

Entre a primeira e a segunda estação verifica-se um aumento de troços com poucas canas e um ténue aumento de troços sem canas. Após a 2ª estação de crescimento verifica-se um decréscimo de troços com poucas canas e um ligeiro incremento de troços sem canas.

A situação de muitas canas não se verificou para os troços de ribeiras pequenas em análise, mantendo-se uniforme ao longo das três estações de crescimento.



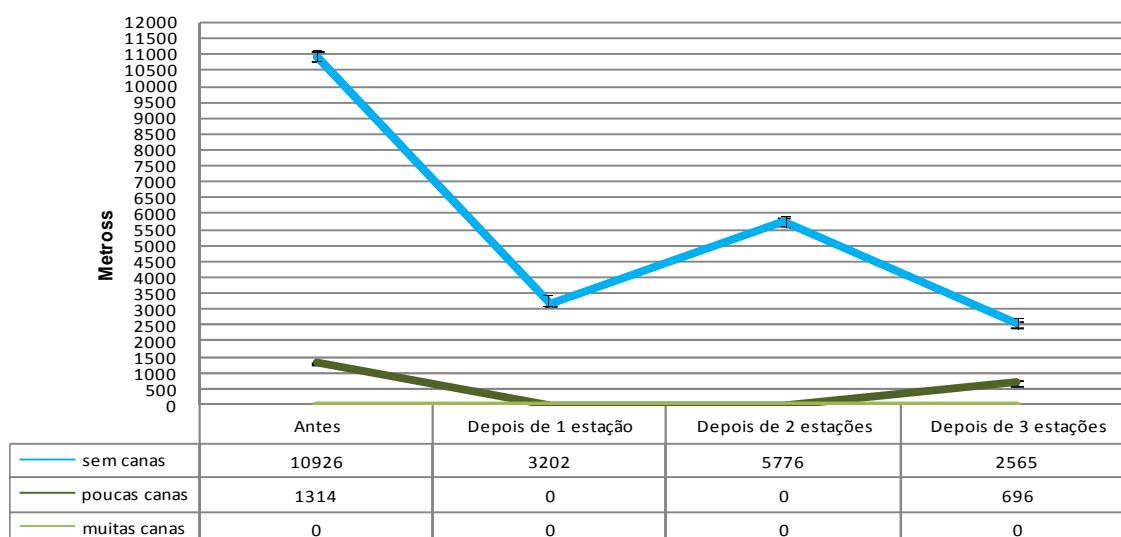
**Figura 3.42** - Evolução da quantidade de canas ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas com limpeza, nos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

Relativamente ao desvio padrão verifica-se que, antes da limpeza, a situação de troços de ribeiras sem canas é a que apresenta maior dispersão de valores.

Após a limpeza, verifica-se que, nas estações de crescimento (D1, D2 e D3) a situação sem canas é aquela que apresenta maior dispersão de dados.

O gráfico 3.43 evidencia uma evolução significativa ( $p < 0,05$  para o Mediana) ao longo das estações de crescimento, nas ribeiras pequenas após a intervenção de reperfilamento, nomeadamente um aumento da percentagem de troços sem canas e a diminuição de ribeiras com poucas canas logo após o reperfilamento e até à 1ª estação.

Verifica-se que a situação estagnou entre a 1ª e 2ª estação, manifestando um aumento das situações de ribeiras com poucas canas e um decréscimo de ribeiras sem canas entre a 2ª e 3ª estação de crescimento.



**Figura 3.43** - Evolução da quantidade de canas ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas reperfiladas, nos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

No que diz respeito aos valores obtidos para o desvio padrão, pode-se referir que para qualquer uma das situações em análise (A, D1, D2 E D3) a situação de troços sem canas é aquela que apresenta maior dispersão de dados.

## II. Silvas

Os resultados relativos ao nível de significância ( $p$ ) obtidos no âmbito dos testes estatísticos (Teste do Sinal e Teste de Wilcoxon) relativamente aos efeitos da quantidade de silvas nos troços dos subsistemas de rega de Alqueva, Pedrogão e Ardila, por tipo de ribeira (grandes e pequenas) e por tipo de intervenção, apresentam-se na tabela seguinte.

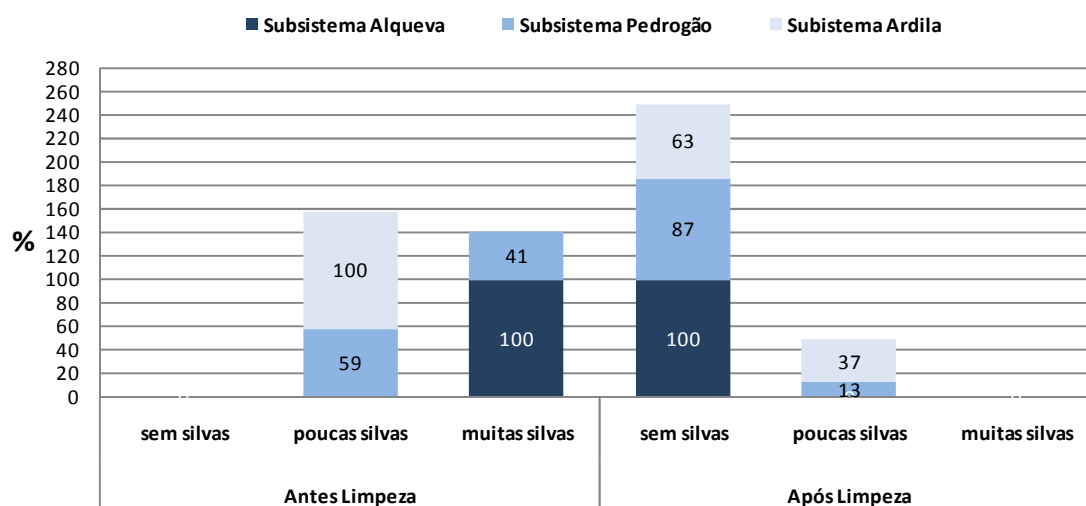
**Tabela 3.17** - Resultados do Teste Estatístico Emparelhado, para a variável quantidade de silvas, em ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

Tipo e tipologia de intervenção das Ribeiras		Teste	p
Grandes	Limpeza	Wilcoxon	0,000001
		Teste do Sinal	0,000000
Pequenas	Limpeza	Wilcoxon	0,015654
		Teste do Sinal	0,016157
Pequenas	Reperfilamento	Wilcoxon	0,004729
		Teste do Sinal	0,003283

Pelo resultado obtido nos Teste do Sinal e Teste de Wilcoxon, observa-se uma diferença significativa ( $p=0,000001$  e  $p=0,000000$ ) antes e após a limpeza de silvas nas ribeiras grandes.

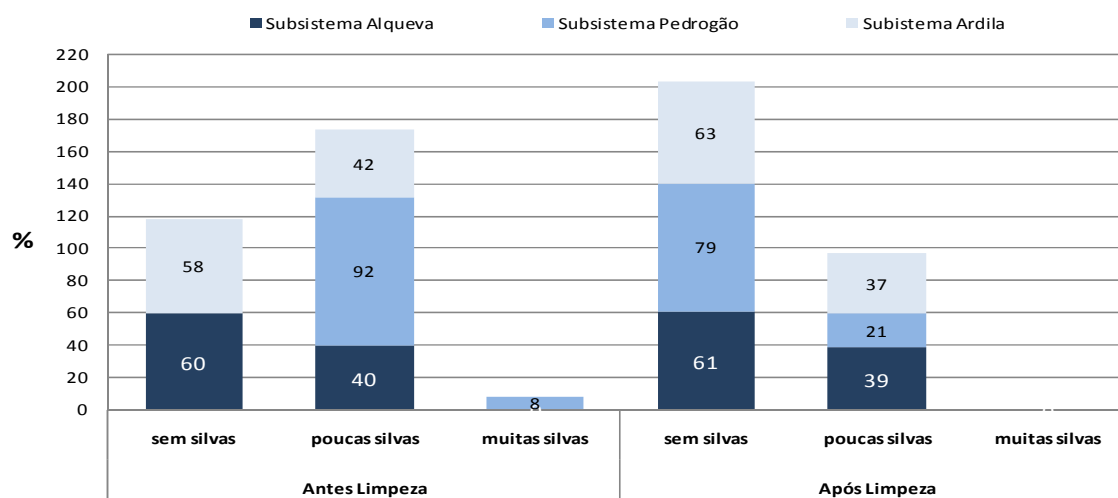
Após a operação de limpeza, observa-se um decréscimo da situação de troços com poucas silvas e ausência de situações de troços com muitas silvas, contrariamente à situação de ribeiras sem silvas, que aumentou (vd. figura 3.44).





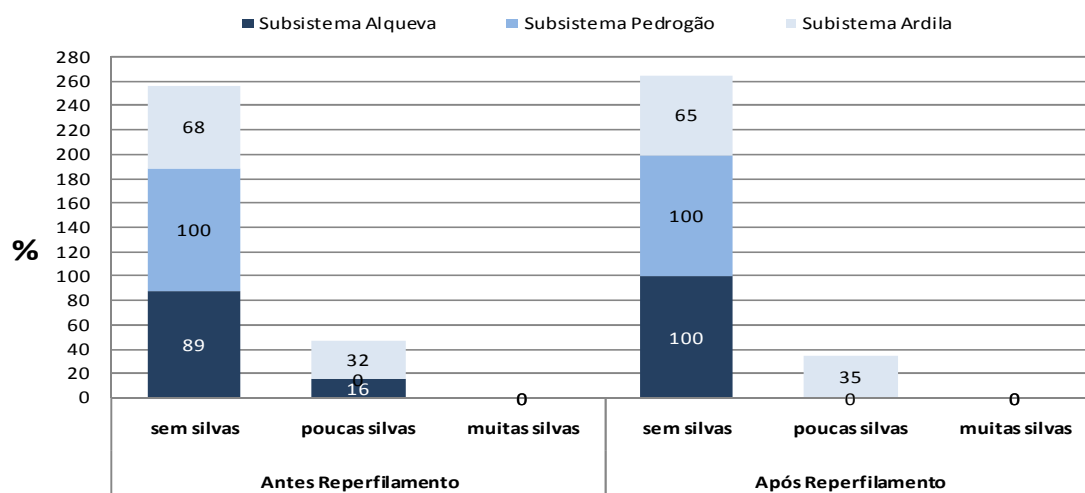
**Figura 3.44** - Variação da quantidade de silvas antes e após a intervenção de limpeza em ribeiras grandes localizadas nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila

A figura 3.45 ilustra a existência de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na quantidade de silvas após a intervenção de limpeza, nas ribeiras pequenas dos subsistemas de rega em estudo. Após a intervenção de limpeza verificou-se a inexistência de troços com muitas silvas, um decréscimo da situação de troços sem silvas e um aumento significativo de troços sem silvas.



**Figura 3.45** - Variação da quantidade de silvas antes e após a intervenção de limpeza em ribeiras pequenas localizadas nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila

O gráfico 3.46 evidencia diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) nas ribeiras pequenas após a intervenção de reperfilamento, tendo-se verificado um aumento da situação de ribeiras sem silvas nos subsistemas de rega em estudo.



**Figura 3.46** - Variação da quantidade de silvas antes e após a intervenção de reperfilamento em pequenas localizadas nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila

A figura 3.47 ilustra o aspeto geral dos troços após as intervenções de limpeza e de reperfilamento em ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos subsistemas de rega do Alqueva, Pedrogão e Ardila.



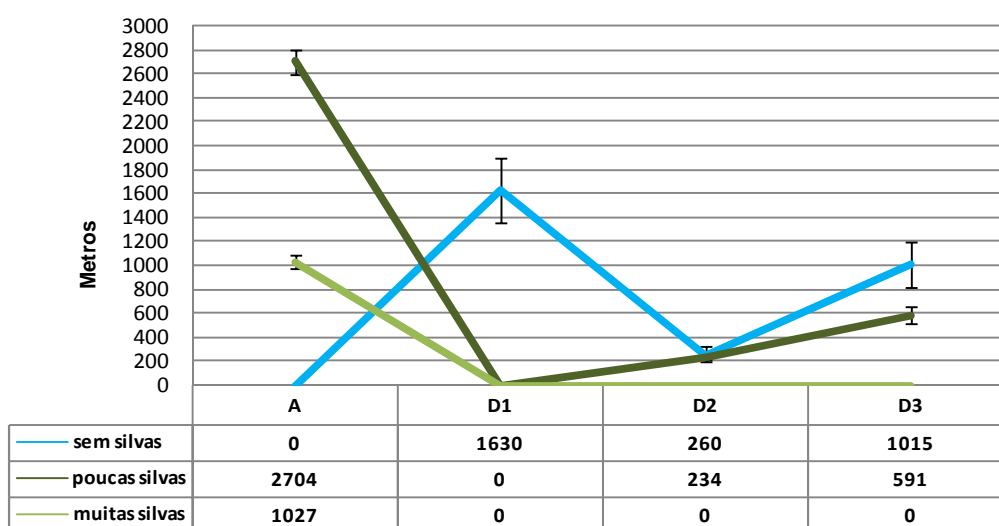
**Figura 3.47** - Aspeto geral da quantidade de silvas em troços de ribeiras pequenas (com limpeza e reperfilamento) e ribeiras grandes (com limpeza) localizadas nos Perímetros dos Subsistemas em estudo

Na tabela 3.18 apresentam-se os resultados obtidos para o nível de significância ( $p$ ) nos testes estatísticos independentes (Kruskal Wallis e Mediana) relativos à variável quantidade de silvas.

**Tabela 3.18** - Resultados do Teste Estatístico Independente, para quantidade de silvas, em ribeiras grandes e pequenas dos Perímetros dos Subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

Tipo e tipologia de intervenção das Ribeiras		Teste	p
Grandes	Limpeza	Kruskal Wallis	0,0588
		Mediana	0,0948
Pequenas	Limpeza	Kruskal Wallis	0,0105
		Mediana	0,4868
Pequenas	Reperfilamento	Kruskal Wallis	0,0100
		Mediana	0,0014

Ao longo das estações de crescimento verificou-se uma diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para o Teste de Kruskal Wallis para a quantidade de silvas, após a intervenção de limpeza nas ribeiras grandes.



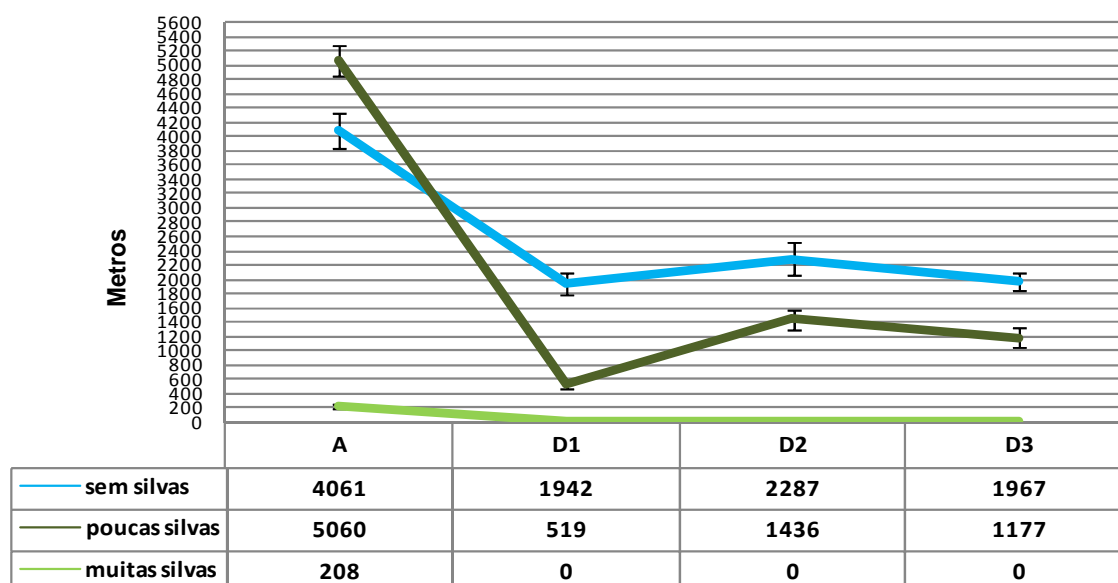
**Figura 3.48** - Evolução da quantidade de silvas ao longo das estações de crescimento nas ribeiras grandes com limpeza, nos Perímetros dos Subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

No que diz respeito aos valores obtidos para o desvio padrão, pode-se referir que antes da situação de limpeza de troços de ribeiras, a situação de troços com poucas silvas é a que apresenta maior dispersão de dados, enquanto nas situações com 1, 2 e 3 estações de crescimento (D1, D2 e D3) a situação de troços sem silvas é aquela que apresenta maior dispersão de dados.

Ao longo das estações de crescimento, verifica-se uma alteração significativa ( $p < 0,05$ ) no Teste de Kruskal Wallis para a quantidade de silvas nas ribeiras pequenas após a intervenção de limpeza.

Verifica-se um decréscimo acentuado da situação de troços de ribeiras sem silvas e com poucas silvas, e um decréscimo pouco acentuado de troços de ribeiras com muitas canas, após a situação de limpeza até à 1ª estação de crescimento. Entre a 1ª e a 2ª estação de crescimento, observou-se um aumento

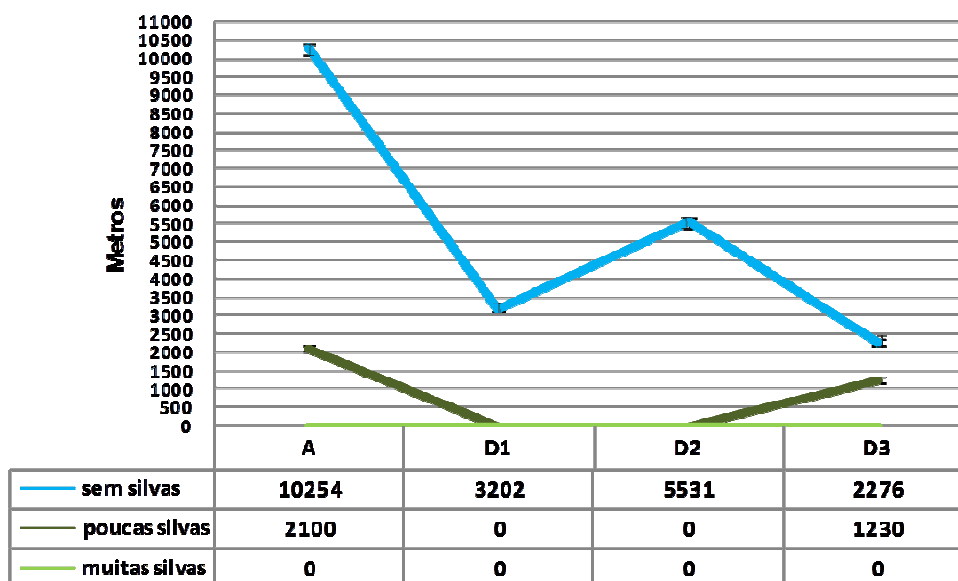
de ribeiras sem silvas e com poucas silvas e um decréscimo de ribeiras com muitas silvas. Após a 2ª estação de crescimento, manteve-se uma situação praticamente idêntica até à 3ª estação.



**Figura 3.49** - Evolução da quantidade de silvas ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas nos Perímetros dos Subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila, após a limpeza.

Os valores relativos à média e ao desvio padrão, verifica-se para as situações antes da limpeza e para uma e duas estações de crescimento, a situação de troço sem silvas é a que apresenta maior dispersão de dados. No caso de três estações de crescimento a situação cm poucas silvas foi onde se detetou maior dispersão de dados.

Nas ribeiras pequenas, após a intervenção de reperfilamento e no decurso das estações de crescimento veriicaram-se alterações significativas ( $p < 0,05$ ), tendo-se obtido os resultados que se ilustram na figura 3.50.



**Figura 3.50** - Evolução da quantidade de silvas ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas reperfiladas, nos Subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

Relativamente ao desvio padrão, observa-se que a situação sem silvas foi a que apresentou maior dispersão de dados para os casos A, D1 e D2, enquanto no caso D3 a situação de troços com poucas silvas foi a que apresentou maior dispersão de dados.

### III. Reflexo das intervenções nas canas e silvas

No que concerne à quantidade de canas e silvas, da aplicação dos Testes do Sinal e Teste de Wilcoxon, obtiveram-se diferenças significantes ( $p < 0,0001$ ) para a situação de limpeza de ribeiras grandes e diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para as situações de limpeza e reperfilamento de ribeiras pequenas.

Conclui-se que após a intervenção de limpeza de ribeiras grandes, ocorreu um aumento de troços sem canas e silvas (para situações de 1, 2 e 3 anos de intervenção), um decréscimo de troços com poucas canas (situação de um e dois anos de intervenção, com 1 e 2 estações de crescimento) e silvas (situação de um, dois e três anos de intervenção e portanto com 1, 2 e 3 estações de crescimento) e um desaparecimento de troços com muitas canas (um e dois anos de intervenção, ou seja, uma e duas estações de crescimento) e silvas (um e três anos de intervenção, ou seja, uma e três estações de crescimento).

Para as ribeiras do tipo pequeno, verificou-se após a limpeza dos troços em análise, uma diminuição de troços com poucas canas e silvas (situação de um, dois e três anos de intervenção, e portanto com 1, 2 e 3 estações de crescimento), e um aumento de troços sem canas e silvas (situação de um, dois e três anos de intervenção, e portanto com 1, 2 e 3 estações de crescimento) e uma ausência de troços com muitas silvas.

Após a intervenção de reperfilamento de ribeiras do tipo pequeno, observou-se um decréscimo de troços com poucas canas e silvas (situação somente verificada nos troços com 3 estações de crescimento) e um aumento de troços sem silvas (principalmente para uma e duas estações de crescimento).

A tabela 3.19 evidencia os resultados obtidos no âmbito dos testes de Análise Estatística Emparelhada para a quantidade de canas e silvas.

**Tabela 3.19** - Resultados relativos ao Teste Emparelhado, para os efeitos das intervenções na quantidade de canas e silvas em ribeiras do tipo grande e pequeno

Teste Emparelhado						
Ribeiras		Quantidade de Canas			Quantidade de Silvas	
		p	Após intervenção		p	Após intervenção
grandes com limpeza		p<0,0001	↑ de troços sem canas		p<0,0001	↑ de troços sem silvas
			ausência de troços com muitas canas			ausência de troços com muitas silvas
			↓ troços com poucas canas			↓ troços com poucas silvas
pequenas	com limpeza	p<0,05	↑ de troços sem canas		p<0,05	↑ de troços sem silvas
			↓ troços com poucas canas			ausência de troços com muitas silvas
	com reperfilamento	p<0,05	↑ de troços sem canas		p<0,05	↓ troços com poucas silvas
			↓ troços com poucas canas			↑ de troços sem silvas
						↓ troços com poucas silvas
		Ausência	Aumento	Diminuição		

No âmbito dos Testes Estatísticos relativos à Análise Independente (Teste de Kruskal Wallis e Teste da Mediana), conclui-se que a evolução da variação da quantidade de invasoras após as intervenções de limpeza e reperfilamento e ao longo das estações de crescimento (D1, D2 e D3) foi muito semelhante para a situação de canas e silvas, tendo-se obtido diferenças significativas ( $p<0,05$ ) para as intervenções em estudo e tipo de ribeiras (grandes e pequenas).

Para as ribeiras grandes onde foi efetuada a operação de limpeza, verificou-se para a situação após a limpeza até à primeira estação de crescimento (D1), um aumento de troços sem canas e silvas, um decréscimo de troços com poucas e muitas canas e silvas. No que concerne à evolução da quantidade de canas e silvas entre a 1ª e 2ª estação de crescimento, conclui-se que ocorreu um decréscimo de troços sem canas e silvas e de troços com poucas canas, assim como se verificou uma ausência de troços com muitas canas e silvas.

Entre a 2 e 3ª estações de crescimento, verificou-se por um lado, um aumento de troços sem canas e silvas e de troços com poucas canas e silvas, e por outro uma ausência de troços com muitas canas e silvas.

No caso das ribeiras pequenas que foram intervencionadas pela ação de limpeza, obtiveram-se os seguintes resultados: após a limpeza e até à 1ª estação de crescimento, ocorreu uma diminuição de troços sem canas e silvas e de troços com poucas canas e silvas, apesar de se ter registado também um decréscimo de troços com muitas silvas e uma ausência de troços com muitas canas. Entre a 1 e 2ª estação de crescimento verificou-se, quer um aumento de troços sem canas e silvas e de troços com poucas canas e silvas, quer uma ausência de troços com muitas canas e silvas. No que concerne à situação entre a 2 e 3ª estação de crescimento, observou-se: um aumento de troços sem canas; uma diminuição de troços com poucas canas e silvas e de troços sem silvas; e uma ausência de troços com muitas canas e silvas.

Relativamente às ribeiras pequenas que foram sujeitas à intervenção de reperfilamento, observaram-se as seguintes situações: no seguimento do reperfilamento e até à 1ª estação de crescimento decresceram os troços com poucas canas e silvas e os troços sem canas e silvas, e verificou-se uma ausência de troços com muitas canas e silvas. Entre a 1 e a 2ª estação, constatou-se que ocorreu um aumento dos troços sem canas e silvas e uma ausência de troços com poucas canas e silvas e com muitas canas e silvas.

No que concerne à variação da quantidade de canas e silvas entre a 2 e a 3ª estação de crescimento, verificou-se um aumento de troços com poucas canas e silvas, um decréscimo de troços sem canas e silvas e uma ausência de troços com muitas canas e silvas.

A tabela 3.20 evidencia os resultados obtidos no âmbito dos testes de Análise Estatística Independente para a quantidade de canas e silvas.

**Tabela 3.20** - Resultados relativos ao Teste Independente, para os efeitos das intervenções na quantidade de canas e silvas em ribeiras do tipo grande e pequeno

Ribeiras	Quantidade de Canas			Quantidade de Silvas		
	p	Var. entre Estações	Tipo de Cobertura de Vegetação	p	Var. entre Estações	Tipo de Cobertura de Vegetação
grandes com limpeza	p<0,05	A -D1	↑ troço sem canas	p<0,05	A -D1	↑ troço sem silvas
			↓ troços com muitas canas   ↓ troços com poucas canas			↓ troços com muitas silvas   ↓ troços com poucas silvas
		D1-D2	↓ troços sem canas   ↓ troços com poucas canas		D1-D2	↓ troços sem silvas
			Ausência de troços com muitas canas			ausência de troços com muitas silvas
		D2- D3	↑ troços sem canas   ↑ troços com poucas canas		D2- D3	↑ troços com poucas silvas   ↑ troços sem silvas
			Ausência de troços com muitas canas			ausência de troços com muitas silvas
pequenas com limpeza	p<0,05	A -D1	↓ troços sem canas   ↓ troços com poucas canas	p<0,05	A -D1	↓ troços sem silvas   ↓ troços com poucas silvas
			ausência de troços com muitas canas			troços com muitas silvas
		D1-D2	↑ troços sem canas   ↑ troços com poucas canas		D1-D2	↑ troços sem silvas   ↑ troços com poucas silvas
			ausência de troços com muitas canas			ausência de troços com muitas silvas
		D2- D3	↓ troços com poucas canas		D2- D3	↓ troços com poucas silvas   ↓ troços sem silvas
			↑ troços sem canas			ausência de troços com muitas silvas
pequenas com reperfilamento	p<0,05	A -D1	↓ troços com poucas canas   ↓ troços sem canas	p<0,05	A -D1	↓ troços com poucas silvas   ↓ troços sem silvas
			ausência de troços com muitas canas			ausência de troços com muitas silvas
		D1-D2	↑ troços sem canas		D1-D2	↑ troços sem silvas
			ausência de troços com poucas e muitas canas			ausência de troços com poucas e muitas silvas
		D2- D3	↓ troços sem canas		D2- D3	↓ troços sem silvas
			↑ troços com poucas canas			↑ troços com poucas silvas

Ausência	Aumento	Diminuição

Nas ribeiras grandes intervencionadas por limpeza, a percentagem de troços sem canas aumentou sobretudo nas situações de intervenção mais recente (relativas a uma estação de crescimento), e mais longa (com 3 estações de crescimento), o que pode ser indicador da erradicação deste tipo de invasora (a curto prazo), face à capacidade de regeneração de outras espécies autóctones (a longo prazo).

### 3.3.3.3 Complexidade ripária

A tabela 3.21 apresenta os resultados para os testes estatísticos (Testes do Sinal e Teste de Wilcoxon), relativamente à complexidade ripária nos troços de ribeiras localizados nos subsistemas de rega de Alqueva, Pedrógão e Ardila, por tipo de ribeira (grandes e pequenas) e por tipologia de intervenção.

**Tabela 3.21** - Resultado do Teste Estatístico Emparelhado para a variável complexidade ripária, em ribeiras grandes e pequenas dos subsistemas do Alqueva, Pedrógão e Ardila

Tipo e tipologia de intervenção das Ribeiras		Teste	p
Grandes	Limpeza	Wilcoxon	0,088546
		Teste do Sinal	0,190430
Pequenas	Limpeza	Wilcoxon	0,000536
		Teste do Sinal	0,000407
Pequenas	Reperfilamento	Wilcoxon	0,091227
		Teste do Sinal	0,010787

Da análise estatística efetuada aos troços de ribeira do tipo grande não se observaram diferenças significativas ( $p>0,05$ ) após a intervenção de limpeza.

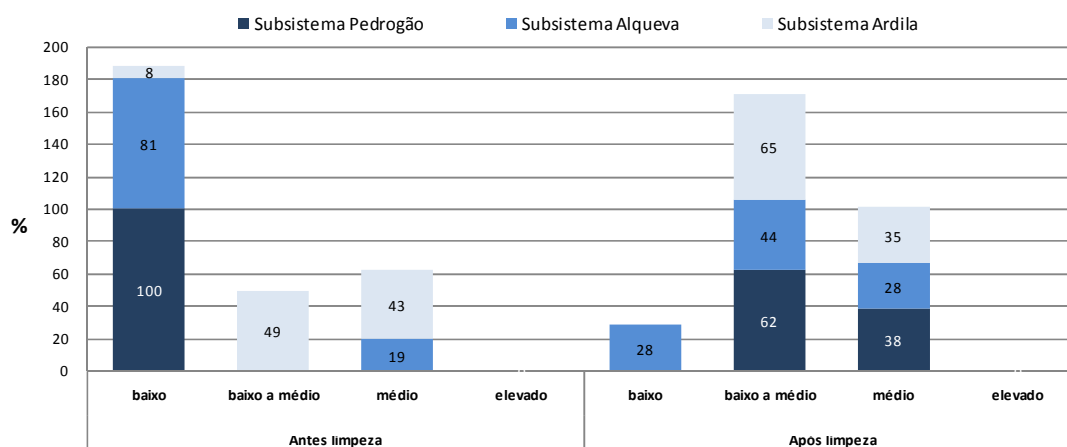


Após a limpeza das ribeiras pequenas ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) no grau de complexidade dos troços de ribeiras analisados.

A figura 3.51 evidencia uma melhoria no grau de complexidade ripária das galerias ripícolas, especialmente nos troços com intervenção mais recente.

Constatou-se igualmente, que os troços com 2 e 3 estações de crescimento melhoraram o seu grau de complexidade.

Em suma, na generalidade, todos os troços de ribeiras em análise melhoraram o seu estado de conservação após a intervenção de limpeza.



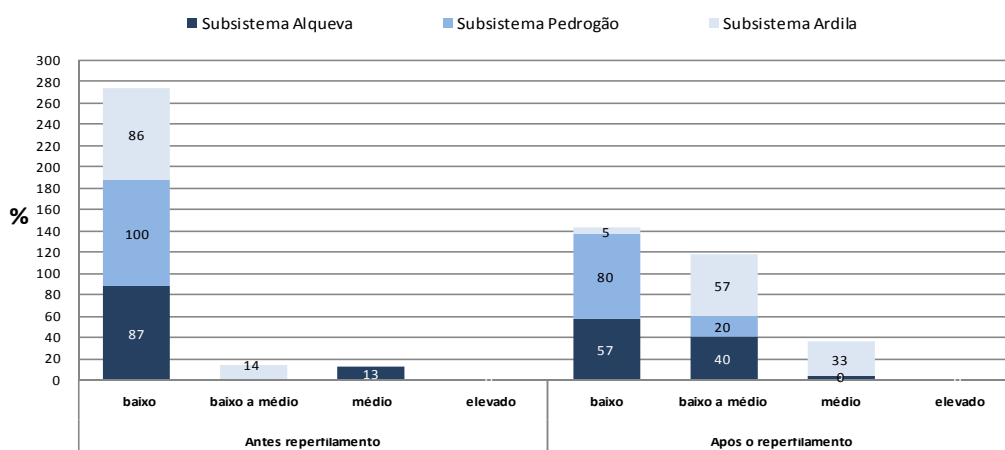
**Figura 3.51** - Evolução da complexidade ripária em troços de ribeiras pequenas após a intervenção de limpeza nos Perímetros dos Subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

Após a intervenção de reperfilamento de ribeiras do tipo pequeno, observaram-se diferenças significativas na complexidade ripária ( $p < 0,05$ ).

A figura 3.52 evidencia estas diferenças, tendo-se constatado após a intervenção de reperfilamento uma melhoria da complexidade ripária dos troços, principalmente nos troços com mais estações de crescimento (ex: troços do subsistema Ardila com 3 estações de crescimento).

Nos troços de ribeiras com menos estações de crescimento (caso dos troços do subsistema de Pedrogão com uma estação de crescimento), verifica-se um declínio nos troços com complexidade ripária baixa tendo-se registado um aumento de troços com complexidade ripária baixa a média.

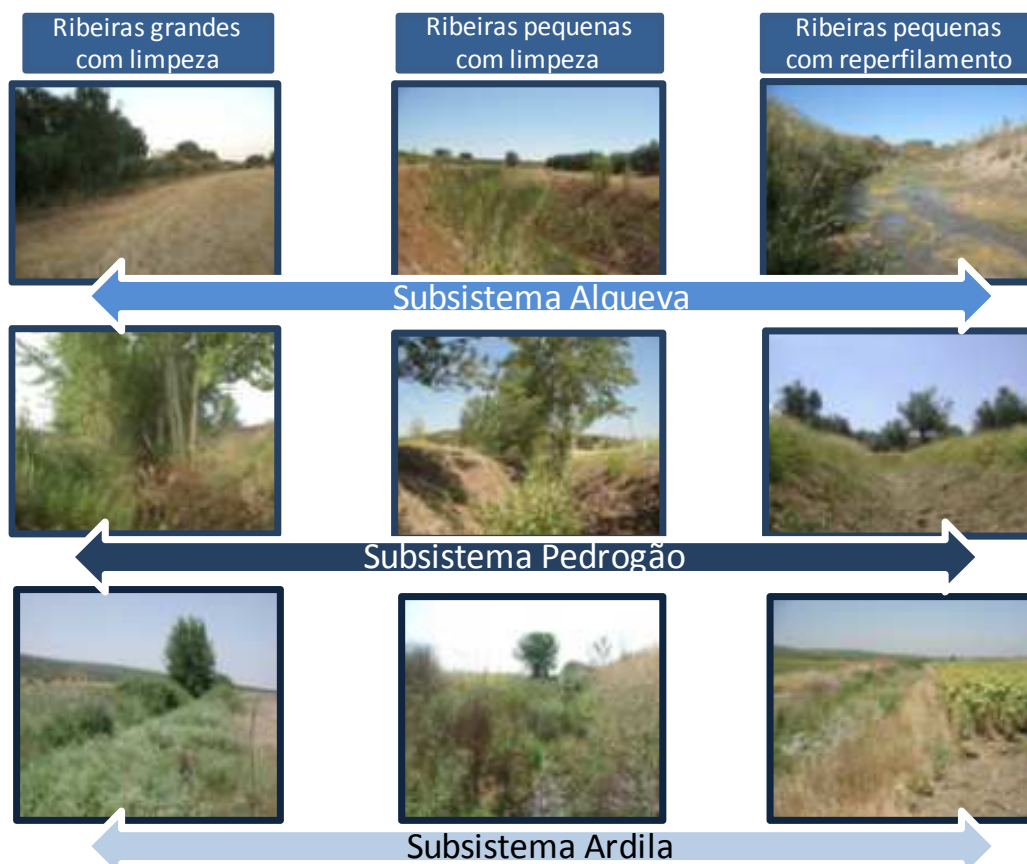
No Subsistema Ardila ocorreu também uma alteração na complexidade ripária dos troços de ribeiras após o reperfilamento, tendo-se registado um decréscimo da situação de troços com complexidade ripária baixa, após o reperfilamento, e um aumento na situação de troços com estado de conservação baixo a médio e apenas média.



**Figura 3.52** - Evolução da complexidade ripária em troços de ribeiras pequenas reperfiladas dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

Nas ribeiras com uma e duas estações de crescimento, observou-se uma alteração da complexidade ripária essencialmente de baixa para baixa a média, tendo-se observado igualmente, nos troços com 3 estações de crescimento um aumento de troços com melhoria no grau de complexidade ripária.

A figura 3.53 ilustra o aspeto geral da complexidade ripária de alguns troços de ribeiras localizados nos subsistemas em estudo.



**Figura 3.53** - Aspeto geral da complexidade ripária em troços de ribeiras pequenas (com limpeza e reperfilamento) e ribeiras grandes (com limpeza) localizados nos Perímetros dos Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila

Na tabela 3.22 apresentam-se os resultados para o nível de significância (p) obtidos nos testes estatísticos independentes (Kruskal Wallis e Mediana).

**Tabela 3.22** - Resultados do Teste Estatístico Independente, para a complexidade ripária, em ribeiras grandes e pequenas dos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

Tipo e tipologia de intervenção das Ribeiras		Teste	p
<b>Grandes</b>	Limpeza	Kruskal Wallis	0,1424
		Mediana	0,1012
<b>Pequenas</b>	Limpeza	Kruskal Wallis	0,0002
		Mediana	0,0004
<b>Pequenas</b>	Reperfilamento	Kruskal Wallis	0,0000
		Mediana	0,0251

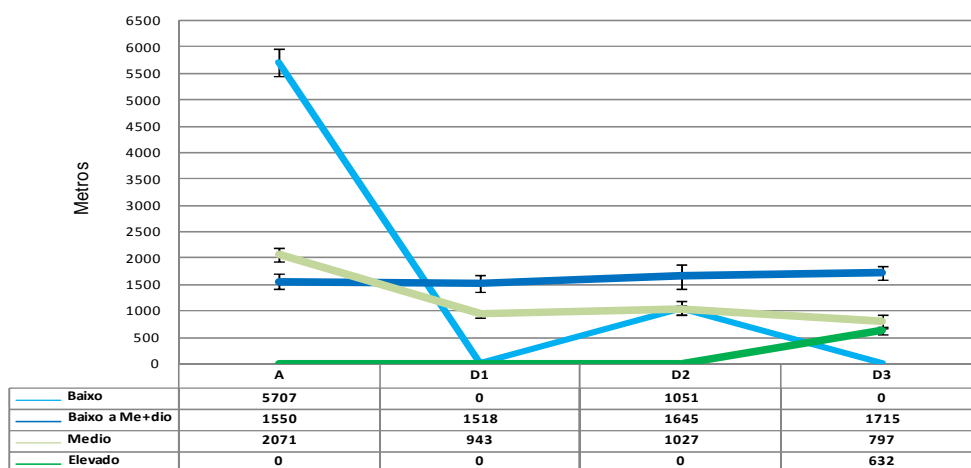
Após a intervenção de limpeza e no decurso das estações de crescimento (D1, D2 e D3), não se observaram resultados significativos ( $p > 0,05$ ) para as ribeiras grandes.

Relativamente à variação da complexidade ripária em troços de ribeiras pequenas intervencionadas por limpeza, registaram-se diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) após esta intervenção e no decurso das estações de crescimento.

De acordo com a análise efetuada, verifica-se, que após a limpeza dos troços de ribeiras em questão e até à 1ª estação de crescimento, ocorreu um acentuado declínio de troços com complexidade ripária baixa e um ligeiro declínio em troços com complexidade ripária média.

Entre a 1ª e a 2ª estação de crescimento, verificou-se um incremento de troços com complexidade ripária baixa, situação que se inverte após a 2ª estação e até à 3ª estação de crescimento.

De realçar que após a 1ª estação de crescimento a situação de troços com complexidade ripária média se manteve praticamente idêntica até à 3ª estação de crescimento. No que diz respeito à extensão de troços de ribeiras com complexidade ripária baixa a média, pode-se salientar que este estado se manteve praticamente o mesmo desde a 1ª até à 3ª estação de crescimento.



**Figura 3.54** - Evolução da complexidade ripária ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas, após a intervenção de limpeza, nos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

No que diz respeito aos valores do desvio padrão, constata-se que antes da limpeza a situação de troços com complexidade ripária baixa, foi a que apresentou maior dispersão de dados.

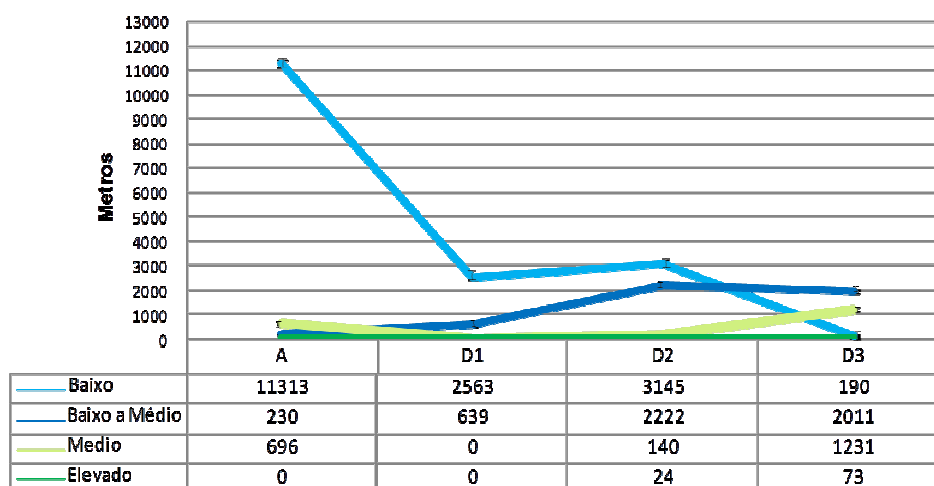
Relativamente à situação após a limpeza para uma, duas e três estações de crescimento (D1, D2 e D3, respetivamente), os troços de ribeiras com complexidade ripária baixa a média foram os que apresentaram maior dispersão de dados.

O facto de se ter observado após a 2ª estação de crescimento, um ligeiro declínio de troços com complexidade ripária média, pode dever-se a alguns troços de ribeiras em questão, que se encontram localizados junto a culturas permanentes intensivas (como o olival), e sujeitas a práticas culturais de carácter intensivo (aplicação de fertilizantes e herbicidas) que prejudicam o desenvolvimento da vegetação ribeirinha.

Relativamente à variação da complexidade ripária ao longo das estações de crescimento nos troços de ribeiras pequenas, verificou-se uma variação muito significativa ( $p < 0,001$ ) antes e após a intervenção de reperfilamento.

De acordo com a figura 3.55, após a 2ª estação de crescimento, ou seja, decorridos 2 anos após a intervenção de reperfilamento, observou-se por um lado um decréscimo de troços com complexidade ripária baixa e por outro, um aumento de troços com complexidade ripária média.

No que diz respeito à complexidade ripária baixa a média, também se verificou após a 2ª estação de crescimento, um ligeiro declínio da extensão de troços de ribeiras com este estado.



**Figura 3.55** - Evolução da complexidade ripária ao longo das estações de crescimento nas ribeiras pequenas, após a intervenção de reperfilamento, nos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

No que diz respeito aos valores do desvio padrão, verifica-se que antes da limpeza a situação de troços com complexidade ripária baixa foi a que apresentou maior dispersão de dados.

Relativamente à situação após a limpeza, para uma estação de crescimento, a maior dispersão de dados observa-se na situação de troços com complexidade ripária baixa, enquanto para duas e três estações de crescimento, a maior dispersão de dados ocorre em troços de ribeiras com complexidade ripária baixa a média.

A tabela 3.23 evidencia os resultados obtidos no âmbito dos testes de Análise Estatística Independente para a complexidade ripária.

**Tabela 3.23** – Resultado do Teste Estatístico Emparelhado e Independente para a complexidade ripária da galeria ripícola

Ribeiras	Teste Emparelhado		Teste Independente			
	p	Após intervenção	p	Var. entre Estações	Tipo de Cobertura de Vegetação	
grandes com limpeza	>0,05	Não ocorreram diferenças significativas	>0,05	A -D1 D1-D2 D2- D3	Não ocorreram diferenças significativas	
pequenas com limpeza	<0,0001	↑ troços com GR médio a baixo; troços com GR médio	<0,05	A -D1	↓ troços com GConserv baixa; ↓ troços com GConserv médio; ↓ troços com GConserv baixo a médio	
				ausência de GConserv elevado		
		D1-D2		↑ troços com GConserv baixo; ↑ troços com GConserv baixo a médio; ↑ troços com GConserv médio		
				ausência de GConserv Elevado		
		↓ troços com GR baixa	D2- D3	↓ troços com GConserv baixo; ↓ troços com GConserv médio		
				↑ troços com GConserv elevado; ↑ troços com GConserv baixo a médio		
pequenas com reperfilamento	<0,05	↓ troços com GR baixa	<0,0001	A -D1	↓ troços com GConserv baixo; ↓ troços com GConserv médio	
					ausência de GConserv elevado	
					↑ troços com GConserv baixo a médio	
				D1 D2	↑ troços com GConserv baixo; ↑ troços com GConserv baixo a médio; ↑ troços com GConserv médio ; ↑ troços com GConserv elevado	
			D2- D3	↓ troços com GConserv baixa; ↓ troços com GConserv baixo a médio		
		↑ troços com GConserv baixo a médio ↑ troços com GConserv médio		↑ troços com GConserv médio ↑ troços com GConserv elevado		
		Aumento	Diminuição	Sem diferenças		

#### IV. Reflexos das intervenções na complexidade ripária

Os resultados obtidos no âmbito da análise estatística emparelhada, não evidenciam diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para as ribeiras do tipo grande, ou seja, não há reconstituição natural da galeria ribeirinha após a limpeza, não obstante, após as intervenções de limpeza e reperfilamento de ribeiras pequenas, observaram-se diferenças muito significativas ( $p < 0,0001$ ) e significativas ( $p < 0,05$ ), evidenciando uma maior capacidade de o estrato lenhoso se desenvolver.

Para a análise estatística independente os resultados obtidos traduzem a inexistência de diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) ao longo das estações de crescimento, no caso das ribeiras grandes após a intervenção de limpeza. No que concerne às ribeiras pequenas concerne, observaram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) e muito significantes ( $p < 0,0001$ ) após as intervenção de limpeza e reperfilamento, respetivamente.

Em suma, de acordo com os resultados obtidos, conclui-se que nas ribeiras pequenas após as intervenções de limpeza e reperfilamento, ocorreu um decréscimo de troços com complexidade ripária baixa e aumentaram os troços com complexidade ripária media. Conclui-se também para as ribeiras pequenas com limpeza e reperfilamento que após as intervenções e até à 1ª estação de crescimento verifica-se uma ausência de troços com complexidade ripária elevada, contudo é entre a 2ª e a 3ª estações de crescimento que se volta a verificar um aumento de troços com complexidade ripária elevada.

#### 3.3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA ÀS VARIÁVEIS DE ALTERAÇÃO RIPÁRIA

Procede-se seguidamente à avaliação das variáveis referidas anteriormente. Esta avaliação foi efetuada somente com base em análise estatística emparelhada (teste do Sinal e de Wilcoxon), não se tendo procedido à análise estatística independente.

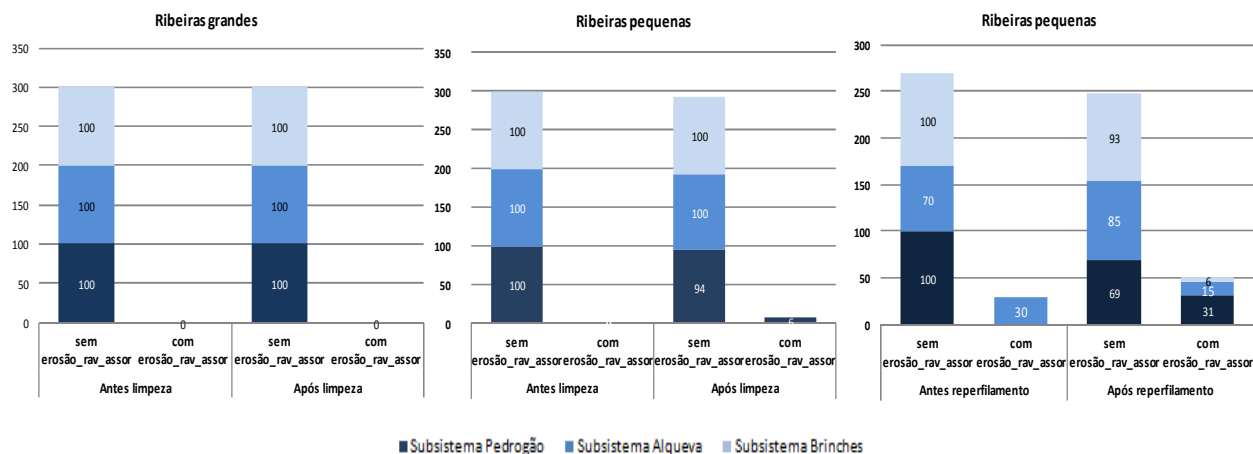
##### 3.3.4.1 Erosão, ravinamento e assoreamento nas ribeiras

Nas ribeiras grandes dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila, não se observaram diferenças ( $p > 0,05$  para os testes Wilcoxon e Sign Test), após a intervenção de limpeza ( $p > 0,05$ ).

Os troços de ribeiras pequenas não apresentaram diferenças ( $p > 0,05$ ) ao nível de situações de erosão, ravinamento ou assoreamento, após a intervenção de limpeza (vd. figura 3.56).

Após a intervenção de reperfilamento, verifica-se que a percentagem de troços com erosão, ravinamento e assoreamento aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) nos troços com periodo de intervenção menor (Subsistema de Pedrogão, com 1 estação de crescimento) ao invés do que se

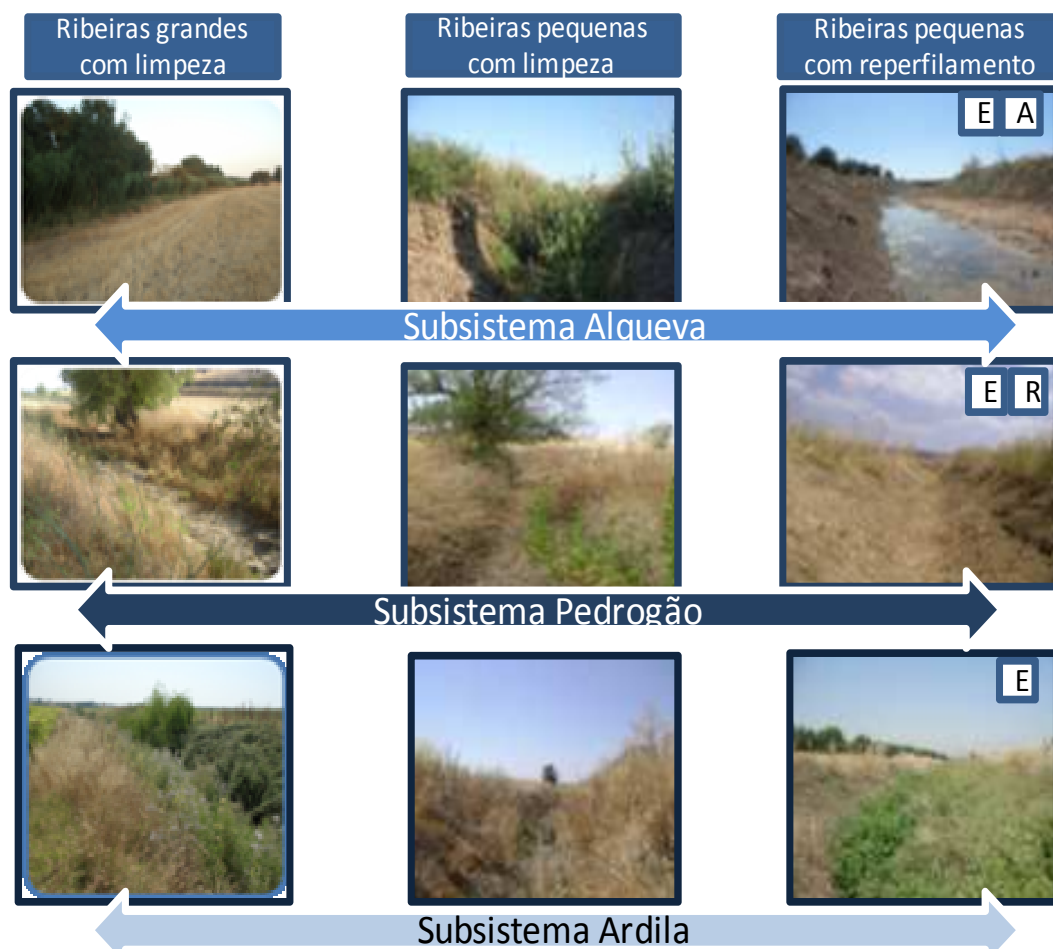
verifica nas ribeiras localizadas no Subsistema de Alqueva (com 2 estações de crescimento) onde a percentagem de troços de ribeiras nesta situação foi substancialmente mais diminuta. Nos troços com período de intervenção maior (Subsistema Ardila, com 3 estações de crescimento) verifica-se um pequeno aumento de troços com erosão, ravinamento e assoreamento.



**Figura 3.56** - Variação da erosão, ravinamento e assoreamento antes e após a limpeza de ribeiras grandes e pequenas e após o reperfilamento de ribeiras pequenas

A intervenção de reperfilamento em ribeiras pequenas, foi a única que conduziu a um agravamento das situações de erosão, ravinamento e assoreamento, sobretudo nos troços com intervenção mais recente (com uma estação de crescimento).

A figura 3.57 evidencia os aspectos relacionados com situações de erosão, ravinamento e assoreamento para as ribeiras grandes após a intervenção de limpeza e para os troços de ribeiras pequenas após as intervenções de limpeza e reperfilamento.



**Figura 3.57** - Exemplos de troços ribeiras com erosão (E), ravinação (R) e assoreamento (A) nos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

### 3.3.4.2 Ocupação Cultural

De acordo com o resultado obtido no Teste do Sinal e Teste de Wilcoxon, não se obtiveram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) após as intervenções de limpeza das ribeiras grandes e pequenas e, após a intervenção de reperfilamento de ribeiras pequenas. Pese embora o resultado insignificante, procedeu-se a uma descrição das principais alterações no que concerne à ocupação cultural das parcelas localizadas junto aos troços intervencionados.

Junto aos troços de ribeiras grandes do Subsistema Ardila verifica-se após a intervenção de limpeza, uma alteração do modo de produção agrícola nas parcelas contíguas aos troços, ou seja, ocorreu uma alteração de agricultura semi-extensiva para a prática de agricultura intensiva (em consequência da prática do regadio neste perímetro de rega).

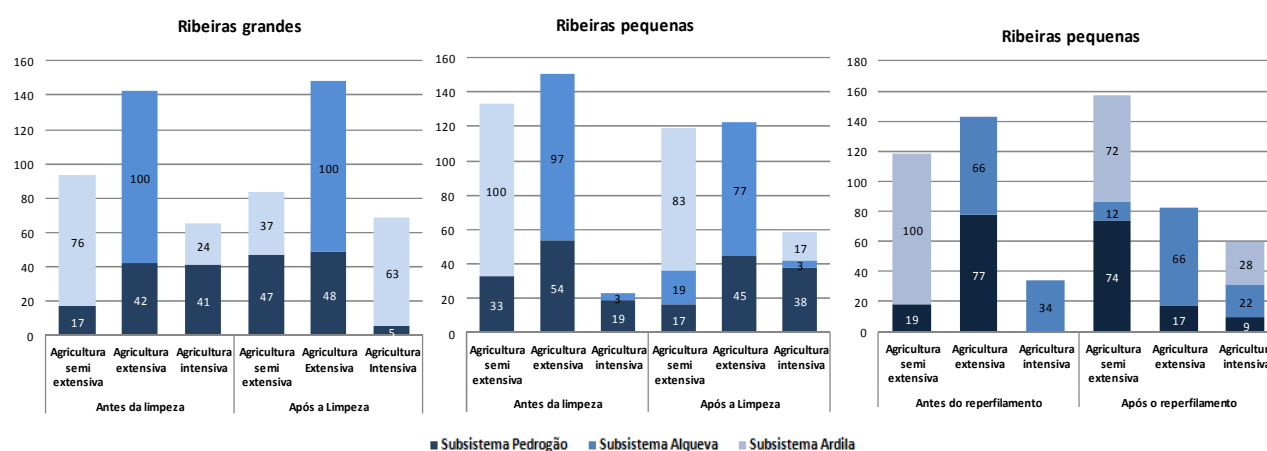
Nas parcelas agrícolas junto aos troços de ribeiras grandes localizados no perímetro do subsistema Pedrogão, registou-se um ligeiro aumento da prática agrícola em regime semi extensivo e um decrescimo de culturas agrícolas caracterizadas por um modo de agricultura intensiva após a limpeza.



Em relação ao subsistema de Alqueva, a situação pós limpeza manteve-se idêntica à situação antes da limpeza, ou seja parcelas ocupadas por uma agricultura particada segundo o modo intensivo.

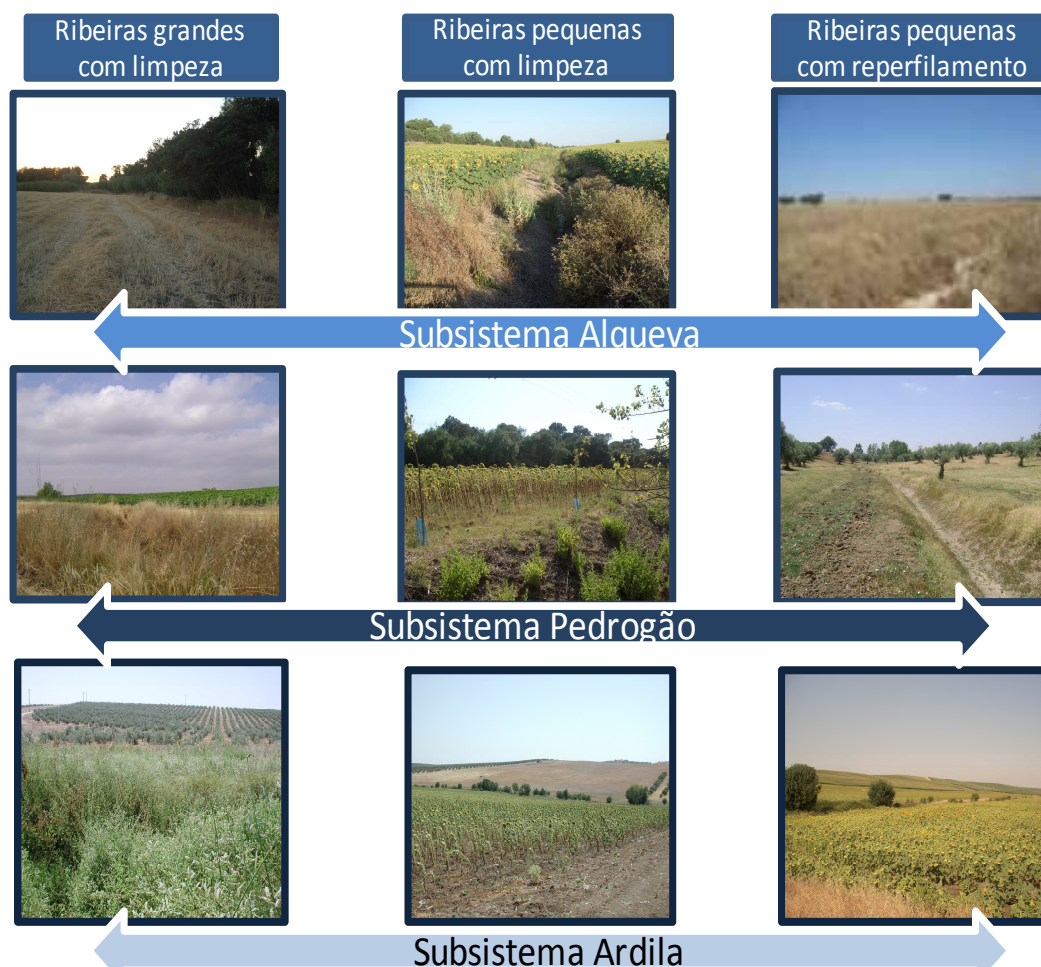
Após a limpeza de ribeiras pequenas do perímetro do Subsistema Ardila, verificou-se um aumento da pratica cultural intensiva e um decrescimo da pratica agrícola em regime semi extensivo. No perimetro do subsistema Alqueva, ocorreu um ligeiro aumento das situações com parcelas ocupadas por culturas agrícolas em regime semi extensivo e um decrescimo da pratica agrícola em regime extensivo. No que concerne ao Subsistema Pedrogão aumentaram as situações de ocupação cultural em regime intensivo, em deterimento das situações de ocupação cultural em regime semi extensivo, que decresceram.

No que diz respeito às ribeiras pequenas com reperfilamento, registou-se um decrescimo das situações de ocupação cultural em regime semi extensivo nas parcelas localizadas no perímetro do subsistema do Ardila e um aumento das situações de regime semi extensivo em parcelas localizadas junto a troços do perímetro do subsistema do Pedrogão. Por outro lado, registou-se um aumento das situações de ocupação cultural em regime extensivo em parcelas contíguas aos troços de ribeiras localizados no Subsistema Ardila.



**Figura 3.58** - Variação da Ocupação Cultural antes e após a limpeza de ribeiras grandes e pequenas, e o reperfilamento de ribeiras pequenas

A figura 3.59 evidencia os aspectos relacionados com situações de ocupação cultural para as ribeiras grandes e pequenas, após as intervenções de limpeza e reperfilamento.



**Figura 3.59** - Exemplos de tipos de ocupação cultural em parcelas contíguas a troços de ribeiras nos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila

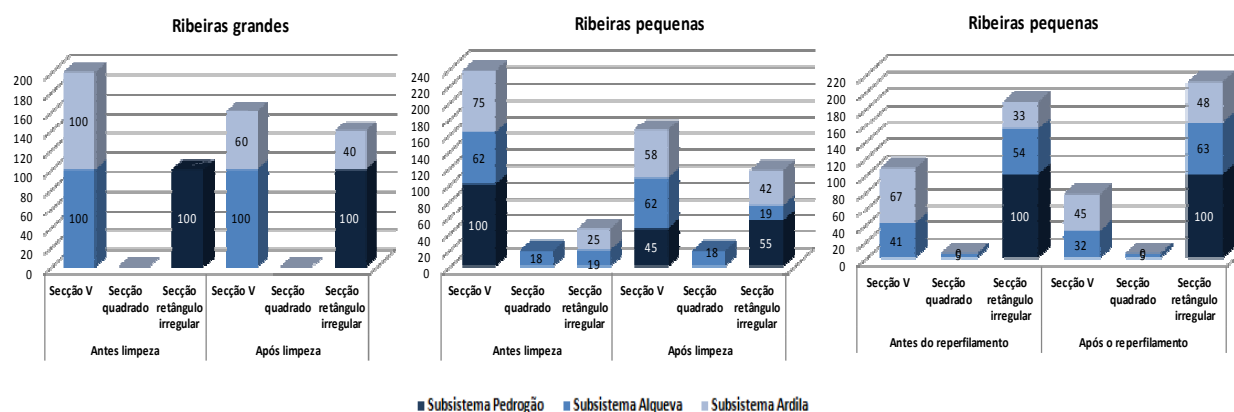
### 3.3.4.3 Forma do Canal

Os troços de ribeiras grandes localizados nos Subsistemas de Pedrogão e de Alqueva, mantiveram a mesma forma após a situação de limpeza, não se registando diferenças significativas ( $p > 0,05$ ). No entanto, verificou-se uma alteração da forma do canal em troços de ribeiras grandes localizados no perímetro do subsistema Ardila, alterando a forma de secção em V para secção em rectângulo irregular.

No que respeita às ribeiras pequenas que foram intervencionadas por limpeza, verificou-se uma alteração de troços com secção em V para secções com rectângulo irregular ( $p < 0,05$ ) nos perímetros dos subsistemas de Pedrogão e do Ardila.

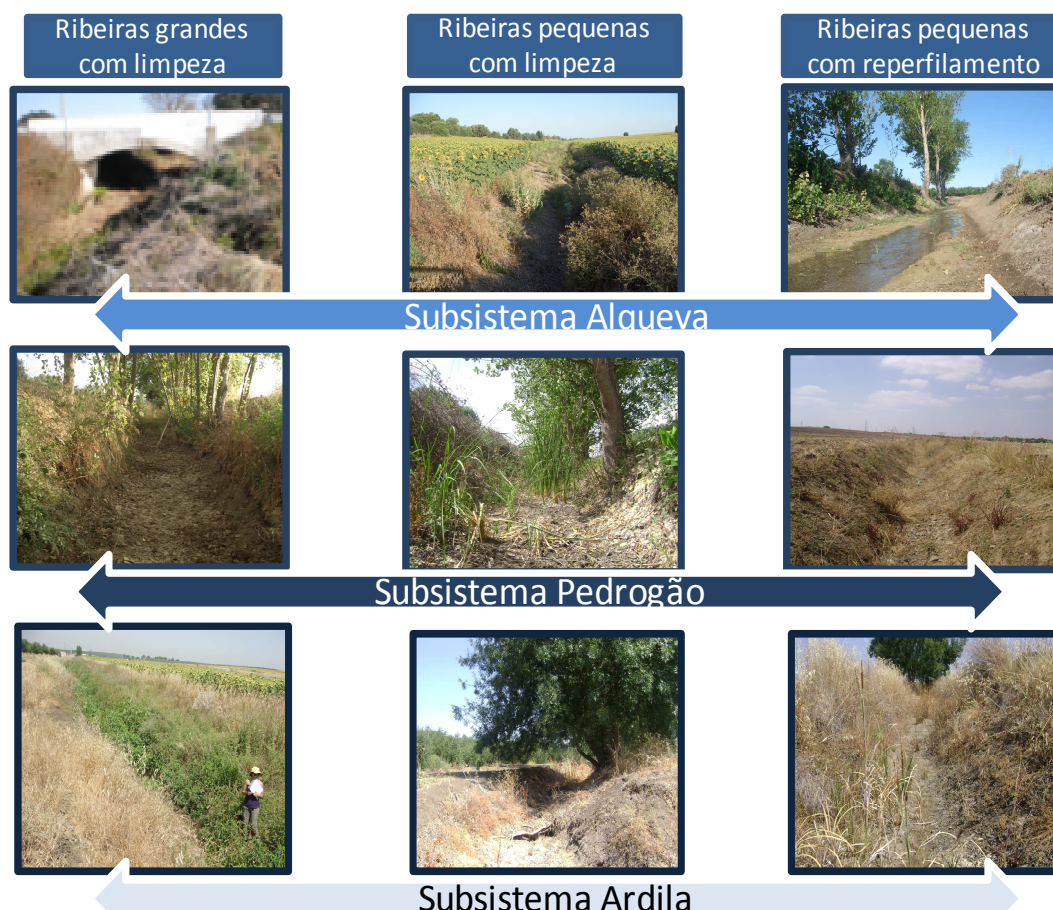
No que concerne aos troços de ribeiras pequenas intervencionados pelo reperfilamento, verifica-se que nos troços do perímetro do subsistema de Pedrogão a situação se manteve praticamente idêntica, e que nos troços dos perímetros dos subsistemas do Alqueva e Ardila ocorreu um alargamento das formas do canal após o reperfilamento ( $p < 0,05$ ).

Na figura 3.60 evidencia-se o anteriormente referido.



**Figura 3.60** - Variação da forma do canal antes e após a limpeza de ribeiras grandes e pequenas, e o reperfilamento de ribeiras pequenas

Na figura 3.61, ilustram-se situações associadas à forma do canal nalguns troços de ribeiras as ribeiras grandes e pequenas após as intervenções de limpeza e reperfilamento.



**Figura 3.61** - Exemplo de formas no canal em troços ribeiras nos subsistemas de Rega do Alqueva, Pedrogão e Ardila

Em suma, os efeitos das intervenções de limpeza em ribeiras pequenas foram os que apresentaram maior impacto na forma do canal.



## CAPITULO IV

### 4 REFERENCIAL DE RESTAURO EM LEITOS INTERVENCIONADOS

#### 4.1 ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

Os cursos de água são sistemas tridimensionais (Petts & Amoros, 1996): aparentemente são unidirecionais, no entanto é necessário ter em consideração as interações laterais do canal com a zona ripária e o leito de cheia e, em termos verticais, com os aquíferos fluviais. Estes sistemas fluviais caracterizam-se por intensos gradientes *hidrológicos* (como o regime fluvial e sua variação no tempo e no espaço), *geomorfológicos* (destacando-se a degradação do canal fluvial) e *hidráulicos* (ex: força trativa e poder energético), o que por sua vez dá origem a gradientes *biológicos* (Petts, 2001). Por sua vez, a biodiversidade de um curso de água é o produto da heterogeneidade de habitats bem como da conectividade funcional entre eles (González del Tanago & García de Jalón, 1995). Todavia, em termos práticos, a requalificação ambiental despreza, no geral, esta hierarquização, não considerando este modelo teórico amplamente divulgado.

As intervenções de limpeza e reperfilamento nas ribeiras em estudo, ou seja, intervenções de requalificação, tiveram implicações a nível destas interações e gradientes, face às perturbações/impactes que se presenciaram no sistema fluvial (vd. figuras 4.1) que genericamente passam por alteração da morfologia do canal (ao nível do leito, taludes e margens), interferência com o funcionamento ecológico (redução complexidade do habitat: *pools* e *riffles*); maior sedimentação a jusante; aumento da temperatura da água (devido à remoção da vegetação); aumento da erosão; interrupção da conectividade longitudinal e transversal dos corredores fluviais) e condições favoráveis à ocorrência de espécies invasoras.



**Figura 4.1** - Troços de ribeiras após o reperfilamento

Na figura 4.2 pode-se constatar o mesmo curso de água antes e após a intervenção de reperfilamento.



**Figura 4.2** - Comparação entre a situação antes e após o reperfilamento

Os habitats aquáticos, por outro lado, são formados por diferentes combinações de largura, profundidade e velocidade de fluxo, gerando ambientes com dimensões físicas e diferentes condições energéticas. As características físicas e hidráulicas utilizadas para descrever cada habitat são: a largura, profundidade e velocidade de fluxo, comprimento total do habitat, declividade da lâmina de água e o número de *Froude* (Fernandez & Ardnt, 2005). O leito fluvial apresenta condições no perfil longitudinal, denominados rápidos (*riffles*) e depressões (*pools*) que constituem os habitats aquáticos mais representativos (Rondon, 2009). Por definição, os rápidos e as depressões constituem áreas rasas e profundas, respectivamente, e são consideradas ambientes extremos de uma série contínua de habitats com diferentes características físicas e energéticas (Rondon, 2009).

O reperfilamento, face à interrupção da conectividade longitudinal e lateral do corredor fluvial e à alteração que provoca a nível da morfologia das ribeiras (aumento da secção de vazão), apresenta repercussões ao nível do sistema fluvial, sobretudo a nível da vegetação autóctone presente, conduzindo, por vezes, face à necessidade de assegurar a função hidráulica, ao seu desaparecimento quase total dos *habitats* originais. Esta condição favorece a ocorrência oportuna de espécies

invasoras num período de tempo relativamente curto que aproveitam eficazmente as intervenções nas ribeiras, conduzindo à redução da biodiversidade da zona ripária, com formação de densidades elevadas num período de tempo relativamente curto).

Importa salientar que estas ribeiras integram a rede hidrográfica e ecossistemas associados, apresentando importantes funções como: regulação da temperatura da água (controlam a luminosidade e garante o ensombramento do leito), abrigo para espécies animais terrestres, em situações de cheia permite diminuir a velocidade da água (proteção de margens contra a erosão, controlo de nutrientes provenientes da agricultura – filtração, remoção e adsorção; retenção de sedimentos arrastadas pelas águas de escorrência (quando da ocorrência de chuvas); fator de riqueza e diversidade paisagística e de valorização cénica da paisagem.

Em termos científicos, a temática relativa à requalificação e gestão de ribeiras localizadas em áreas hidroagrícolas intervencionadas por ações de limpeza e reperfilamento que podem interferir com a natureza imprevisível da sucessão ecológica e que não se compadecem com sua morfologia fluvial podendo levar à sua alteração (nomeadamente intervenções de reperfilamento), carece de algumas considerações em termos de referências bibliográficas, sobretudo no que diz respeito à análise entre o impacto dessas intervenções e a resposta e recuperação da vegetação a este tipo de intervenções (Bravard *et al.*, 1996; Brookes, 1986, 1995; Hupp, 1992).

No entanto, o efeito de intervenções de natureza antrópica, como são por exemplo as intervenções designadas por canalizações (ex: dragagens, alargamento de secções, aprofundamento do leito), é analisado por alguns autores que abordam as consequências desta tipologia de intervenção em termos hidrogeomorfológicos e dos processos que ocorrem a jusante (Hupp, 1992). Brookes (1988) procedeu a uma extensiva revisão ao nível das consequências físicas, biológicas e a jusante resultantes das atividades da canalização, tendo referido como principais consequências desta atividade os seguintes aspetos: redução da complexidade do *habitat*, através da eliminação de *pools* e *riffles*; aumento da temperatura da água (resultante da remoção da vegetação do leito e das margens); incremento da erosão do leito e das margens e sedimentação e inundação a jusante.



#### 4.1.1 A DIRETIVA QUADRO DE ÁGUA E OS LEITÕES INTERVENCIÓNADOS EM ZONAS AGRÍCOLAS

A Diretiva-Quadro da Água (DQA) impõe um quadro de ação comum no domínio da política da água bem como na avaliação do estado ecológico das massas de água, entre as quais se integram os recursos hídricos superficiais, como as ribeiras.

A avaliação do estado ecológico das massas de água divide-se na avaliação de dois estados: estado ecológico e estado químico, com parâmetros de caracterização independentes. Por sua vez, a avaliação do estado das massas de água obtém-se comparando os valores de referência (específicos e por parâmetro) definidos por entidades competentes conforme definido na DQA e pelos valores observados no momento da caracterização.

O estado ecológico, que se traduz na expressão da qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos, é definido pelo desvio entre as características das comunidades de organismos aquáticos e o seu valor de referência. Naturalmente supõe-se que este desvio é tanto menor quanto menos o rio tiver sido perturbado por atividades humanas. É estabelecido na DQA que a avaliação do estado ecológico é baseada essencialmente em elementos de qualidade biológica, dividido em três tipos de indicadores: *elementos biológicos*, *elementos hidromorfológicos de suporte dos elementos biológicos* e *elementos químicos e físico-químicos de suporte dos elementos biológicos*. O estado ecológico é avaliado em 5 categorias: excelente, bom e razoável, medíocre e mau) e o nível geral é dado em função da pior classificação obtida em cada uma das três análises.

Entre os objetivos ambientais contemplados na Lei da Água e na Diretiva Quadro da Água (DQA) que exigem a recuperação da qualidade da água, destaca-se a manutenção de condições de referência, de padrões de condições pristinas em determinados espaços hídricos e a preservação das suas funções ecológicas. Estes objetivos encontram-se subjacentes a duas orientações simples e claras concretizadas na DQA: a primeira a de evitar deteriorar a qualidade ecológica e a segunda a de serem desenvolvidos todos os esforços para proteger e aumentar a qualidade ecológica das massas de água.

Para o cumprimento da DQA é necessário o restauro ou reabilitação dos ecossistemas degradados, tendo em consideração a referência do ecossistema natural correspondente, quantificando o desvio das condições naturais e o desvio remanescente após o restauro, considerando não só a estrutura específica e comunitária, mas também os processos de funções que devem ocorrer no sistema.



Uma qualidade ecológica pode, assim, ser obtida através da manutenção, restauro ou reabilitação dos ecossistemas existentes e deve de ser demonstrada através da monitorização, que por sua vez utiliza elementos de qualidade biológicos, físicos e químicos, e hidromorfológicos.

Importa ainda referir que pela primeira vez na Europa, a Diretiva Quadro da Água introduziu o elemento hidromorfológico como elemento de suporte na determinação do estado ecológico, que funciona como um descritor primário para o planeamento ambiental, monitorização e análise (Comissão Europeia, 2000).

A gestão da água na ótica da DQA passa, assim, a considerar também o estado ecológico, o qual assenta numa avaliação da qualidade com base no estado da fauna e flora. Os peixes, macroinvertebrados, macrófitas (plantas aquáticas) e algas unicelulares têm sido os grupos biológicos mais utilizados como bioindicadores do estado de perturbação dos ecossistemas. As ferramentas de diagnóstico da qualidade ecológica e os programas de monitorização são desenvolvidos a nível nacional pelo Instituto da Água em colaboração com equipas de investigação de algumas Universidades do país, nas quais se integram investigadores da Universidade de Évora. Nestes estudos são identificadas as várias perturbações de origem antropogénica, nos vários tipos de massas de água do país, assim como a resposta dos elementos biológicos ao gradiente de pressão, expressa através de índices bióticos.

O objetivo final das ferramentas de diagnóstico da qualidade ecológica e dos programas de monitorização consiste em avaliar o grau de perturbação das respetivas comunidades relativamente às condições de referência, isto é, ausência de pressões significativas, de modo a que sejam desenvolvidas medidas de reabilitação dessas massas de água quando as mesmas apresentem um estado ecológico inferior a bom.

#### **4.1.2 A IMPORTÂNCIA DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA**

As condições de referência correspondem a um estado no presente ou no passado em que a presença de pressões antropogénicas é pouco significativa, e em que não se façam sentir os efeitos da industrialização, urbanização ou intensificação da agricultura, e em que apenas ocorrem pequenas modificações dos elementos de qualidade físico-química, ripária e biológica, existentes em condições prístinas.

Neste âmbito, a abordagem à caracterização da situação de referência é uma ferramenta indispensável no âmbito da requalificação e/ou restauro dos ecossistemas ripários. Aripze *et al.*, 2008 refere que se os projetos de restauro não abordarem a caracterização da condição de

referência e não apresentarem um cenário alvo baseado na avaliação da situação atual, tanto os fatores que os influenciam como as oportunidades que apresentem não poderão ser consideradas viáveis.

É defendido por autores, Karr & Chu (1999), que o desenvolvimento das comunidades atinge o ótimo em locais não perturbados e é comumente aceite que as perturbações de origem humana afetam o ecossistema fluvial de uma forma que torna as comunidades mais pobres e semelhantes.

O sucesso de projetos de reabilitação, por outro lado, tem sido atualmente debatido no meio científico e decisor. Esta circunstância tem várias causas, entre as quais o facto da implementação de muitos projetos ter fins de minimização de impactes e frequentemente muitos não apresentarem caracterização nem avaliação face a uma situação de referência.

Quando se faz monitorização em sistemas fluviais é frequente comparar troços com diferentes graus de perturbação com locais prístinos ou menos perturbados (locais de referência). Esta é a metodologia preconizada pela Diretiva Quadro da Água (DQA) (Diretiva 2000/60/CE), que implica a prévia definição da tipologia, uma vez que a comparação só é lícita para o mesmo tipo de massas de água.

Contudo, este procedimento pode estar comprometido quando toda a bacia hidrográfica se encontra marcadamente afetada por pressões antropogénicas intensas e os locais de referência estão virtualmente ausentes. Neste caso, segundo Reynoldson *et al.* (1997) podem-se estabelecer alguns locais de referência tendo em atenção as opiniões de profissionais experientes evitando, desse modo, a necessidade de fazer comparações com locais de controlo específicos. No entanto, se não existirem locais de referência, o que é comum em áreas altamente urbanizadas ou em regiões marcadamente agrícolas, as condições de referência podem ser selecionadas a partir de um conjunto de locais que se verifique estarem ecologicamente menos perturbados. Esta abordagem foi desenvolvida, por exemplo por Karr *et al.* (1986) para o Índice de Integridade Biótica (IBI). Segundo Chovanec *et al.*, (2000), as condições de referência devem ser teoricamente construídas através da combinação de dados históricos (por exemplo, mapas antigos ou registos biológicos anteriores à perturbação humana) e por modelação.

O conceito base para a monitorização biológica tem caminhado desde a noção de indicadores biológicos da qualidade da água para o de *integridade biológica* ou *saúde do ecossistema* (Barbour *et al.*, 1999). Estes conceitos mais recentes são baseados no reconhecimento que a qualidade da água interatua com as fontes de energia, estrutura do habitat, regimes hidrológicos e interações biológicas para determinar a condição dos ecossistemas fluviais (Karr, 1991). Consequentemente, os padrões

de distribuição das espécies são elementos importantes mas pouco contribuem para conhecermos como funciona o ecossistema (Harris, 1994). Neste sentido, só podemos medir o sucesso da restauração fluvial se podessemos comparar os atributos funcionais dos locais em causa com locais de referência teoricamente inalterados (Chessman *et al.*, 1999).

Existem portanto vários índices que podem ser utilizados para classificar as zonas ripárias destinados deste modo à caracterização do habitat fluvial como um todo.

A qualidade ecológica de um dado local corresponde à medida do desvio das características abióticas e dos organismos desse local em relação ao que seria de esperar na ausência de perturbação, e avalia-se através da combinação de atributos descritivos da estrutura física e biológica e do funcionamento do ecossistema.

É ainda defendido por autores a conveniência de criar índices de avaliação holística através de métodos mais expeditos e envolvendo conceitos multidisciplinares (Maddock, 1999) uma vez que todas as questões ambientais deveriam ser analisadas simultaneamente (Brown, 2005).

Neste contexto, um correto diagnóstico da situação de referência pode ser a base para a perceção do funcionamento ecológico de ribeiras que se localizam em áreas hidroagrícolas.

#### **4.1.3 OBJETIVOS**

Dado o nível de afetação que as intervenções associadas à beneficiação na rede de drenagem exerce sobre as ribeiras, o alcançar dos objetivos de “bom estado ecológico ” consagrados na Lei da Água, para estes sistemas fluviais, poderá ser possível através do desenvolvimento e implementação de ações e medidas de beneficiação que passam pelo restauro e/ou reabilitação concretas que visam a mitigação dos impactes resultantes das alterações morfológicas, de modo a restituir ao sistema fluvial a sua estrutura tipológica e o seu funcionamento ecológico.

No presente capítulo pretende-se avaliar a ecologia de leitos intervencionados, nos diferentes troços dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila, tendo em conta os elementos relacionados com a caracterização da vegetação, as intervenções efetuadas, características habitacionais presentes bem como características ambientais e físicas.

No âmbito deste capítulo pretende-se analisar os desvios ecológicos entre ribeiras não agrícolas e agrícolas (que integram áreas agrícolas irrigadas localizadas nos perímetros de rega de Alqueva, Pedrogão e Ardila do EFMA), de modo a estabelecer condições de referência no sentido de

direcionar as condições de restauro para leitos intervencionados. Esta análise contribuirá também para diagnosticar lacunas a nível da intervenção.

A apresentação de recomendações/orientações e propostas de gestão integrada de restauro para leitos intervencionados, com metas e objetivos claros e exequíveis, é outro dos intuitos deste capítulo.

A metodologia adoptada para cumprimento dos objetivos do presente capítulo pretende, assim, caracterizar o ecossistema ribeirinho em termos de funcionamento ecológico e medir desvios ecológicos a partir de variáveis de estrutura da vegetação, de alteração ripária e de estrutura morfológica.

## **4.2 METODOLOGIA**

No âmbito do capítulo II relativo à “Tipologia Ecológica de Ribeiras Agrícolas Alentejanas” procedeu-se à definição de tipos de ribeiras – pequenas ou grandes em troços de ribeiras localizadas nos perímetros de rega em estudo. Esta definição contribuiu por sua vez para o estudo da estrutura e evolução de ribeiras intervencionadas (cap. III), tendo em conta que ribeiras do mesmo tipo apresentam o mesmo tipo de relação causa efeito.

De salientar que a informação recolhida no âmbito do capítulo II para caracterização da tipologia de ribeiras (pequenas e grandes), foi fundamental para a seleção dos troços localizados em ribeiras grandes e pequenas das seguintes categorias e níveis: ribeiras não agrícolas (ribeiras naturais) e ribeiras agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas). Em todos os casos estudados, procurou-se eleger os troços cujo *habitat* presente fosse o mais adequado ao meio aquático.

Por outro lado, a definição de tipos de ribeiras permite também o adequado estabelecimento de condições de referência (bióticas e abióticas) e a comparação de classificações de estado ecológico dentro de cada grupo de ribeiras com características semelhantes. Esta definição das condições de referência por tipo de ribeiras é muito importante, uma vez que no caso de programas de monitorização estas constituem a base do sistema de classificação e permitem a comparação com resultados obtidos nestes programas.

Os tipos de ribeiras identificados em tipos grandes e tipos pequenos podem ser considerados, tal como os tipos de ribeiras definidas no âmbito da Diretiva Quadro de Água, como massas de água com características geográficas e hidrológicas relativamente homogéneas que se podem utilizar para

a determinação das condições ecológicas, com o objetivo de classificar o estado ecológico, permitindo a medição de desvios entre as situações de ribeiras alteradas (intervencionadas) e as de referência do tipo, ou seja, dentro de cada grupo de rios com características semelhantes.

Para efeitos de caracterização do funcionamento ecológico de ribeiras intervencionadas, procedeu-se à avaliação e análise de três níveis de ribeiras, localizadas nos três perímetros de rega, designadamente, *ribeiras* que foram sujeitas a *intervenções* de limpeza e reperfilamento no âmbito dos projetos de beneficiação da Rede de Drenagem, *ribeiras* que *não* foram intervencionadas e que se localizam no perímetro hidroagrícola, e ribeiras naturais, que se localizam fora da área a irrigar.

Esta abordagem baseou-se em indicadores associados a variáveis de estrutura da vegetação, de alteração ripária e de estrutura morfológica, tendo por intuito proceder à medição de desvios ecológicos entre estes níveis de ribeiras.

Com o objetivo de avaliar a ecologia de leitos intervencionados procedeu-se, no âmbito do presente capítulo, à comparação de troços de ribeiras naturais (ou em condições pristinas) ou menos perturbados com troços intervencionados e não intervencionados localizados em perímetros de rega.

Procede-se ainda, no âmbito do presente capítulo, à caracterização de ribeiras grandes e pequenas não agrícolas e agrícolas, localizadas nos subsistemas de rega de Alqueva, Pedrogão e Ardila, em termos de composição florística e de complexidade ripária das galerias ripícolas.

#### **4.2.1 AMOSTRAGEM DE CAMPO**

No âmbito do presente capítulo são analisados os desvios ecológicos entre níveis de ribeiras naturais e agrícolas, do tipo grande e pequeno, mais concretamente: ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas, em cada um dos perímetros de rega em estudo. Para este efeito, utilizaram-se variáveis de estrutura da vegetação, variáveis de alteração ripária e variáveis de estrutura morfológica.

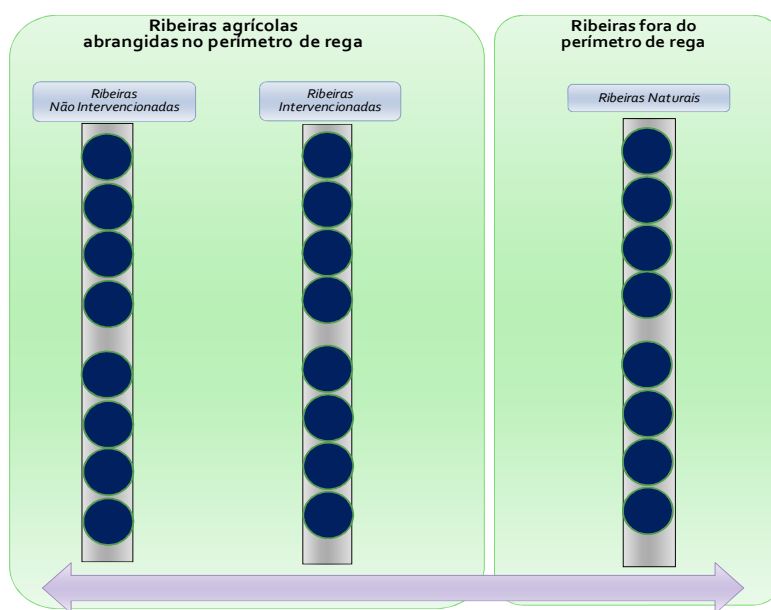
A medição dos desvios presenciados entre tipo de ribeiras naturais e agrícolas foi efetuada mediante amostragens em troços de ribeiras predefinidos (considerando-se para tal o troço, como unidade de amostra), através de reconhecimento de campo.

A amostragem efetuada, com base nos troços como foi referido, foi realizada em cada um dos perímetros de rega em estudo, nos seguintes termos:

- Amostragem a oito troços de ribeiras naturais localizados fora dos perímetros de rega em estudo (quatro troços a montante e quatro troços a jusante, nos três perímetros), num total de 24 troços;
- Amostragem a oito troços de ribeiras não intervencionadas localizados dentro dos perímetros de rega em estudo (quatro locais a montante e quatro locais a jusante, nos três perímetros), num total de 24 troços;
- Amostragem a oito troços de ribeiras intervencionadas localizados dentro de cada um dos perímetros de rega em estudo (quatro troços a montante e 4 troços a jusante, nos três perímetros), totalizando 24 troços.

Os troços seleccionados em cada uma das ribeiras referidas contemplam a heterogeneidade de habitats identificados no local e no caso das ribeiras naturais obedeceram à premissa de estarem o menos perturbados possível (Boavida *et al.*, 2011).

Apresenta-se o esquema seguinte que demonstra o procedimento adotado para seleção dos troços pequenos (localizados a montante da ribeiras) e grandes (localizados a jusante das ribeiras), dentro e fora de cada um dos subsistemas de rega.



**Figura 4.3** - Exemplo da seleção dos 4 troços a montante e 4 troços a jusante de cada ribeira e por perímetro de rega

A extensão utilizada para definir a distância entre troços a montante e jusante no mesmo nível de ribeira foi entre 300 a 500 metros, considerando-se esta distância a mais adequada em termos ecológicos (vd. figura 4.4).

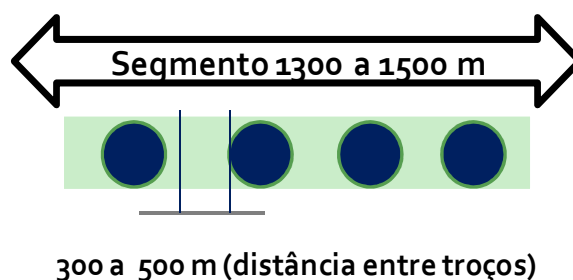


Figura 4.4 - Secção de troço

Estas variáveis foram inventariadas em unidades longitudinais discretas de 50 m (ou troços de amostragem). O inventário para cada nível de ribeira e por tipo (grande ou pequeno), em cada um dos subsistemas de rega iniciou-se com a georreferenciação e levantamento dos dados no 1º troço localizado a montante da ribeira, seguindo-se o levantamento até ao último troço de jusante. A metodologia foi adotada deste modo, com intuito de não perturbar os habitats a inventariar. A campanha de amostragem realizou-se entre os meses de Abril a Junho de 2013, tendo decorrido no mais curto espaço de tempo possível, de modo a dar mais robustez à comparabilidade dos resultados e sob condições adequadas de transparência e de profundidade, por forma a melhorar o rigor no levantamento das variáveis.

As variáveis inventariadas foram: as variáveis de estrutura da vegetação, variáveis de alteração ripária e, variáveis de estrutura morfológica: largura da secção e rasto e altura da secção.

As referidas variáveis, cuja caracterização é feita seguidamente, foram avaliadas percentualmente e visualmente:

- **Variáveis de estrutura da vegetação:** cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto; complexidade ripária, e quantidade de invasoras (canas e de silvas);
- **Variáveis de alteração ripária:** erosão/ravinamento e assoreamento, ocupação cultural e forma do canal;
- **Variáveis de estrutura morfológica:** largura da secção e rasto e altura da secção.

Face à relevância em fazer um tratamento de dados com diferentes exigências de qualidade e poder obter um nível de significado estatístico procedeu-se à atribuição de um gradiente numérico coletivo às variáveis discretas. Para este efeito, as amostras discretas foram categorizadas de acordo com o apresentado na 4.1.

As variáveis profundidade da turvação e largura da secção, rasto e altura da secção são variáveis numéricas, pelo que não tiveram necessidade de transformação.

Tabela 4.1 - Tipo de variáveis e a respetiva categorização

Variável			Categorização				Tipo de Teste
Designação da variável			0	1	2	3	
Alteração ripária	Discreta	Forma do canal		Secção em V	Secção em quadrado	Secção em retângulo irregular	Análise Multivariada; Análise Comparativa; Análise de variabilidade de medianas, máximos e mínimos
		Ocupação Cultural das Margens		Agricultura Intensiva	Agricultura semi-extensiva	Agricultura Extensiva	
		Erosão/Ravinamento/Assoreamento	Não	Sim			
Estrutura de vegetação	Discreta	Cobertura vegetação rasto	Sem vegetação	Só herbáceas	Herbáceas e arbustivas	Herbáceas, arbustivas e arbóreas	
		Cobertura vegetação taludes	Sem vegetação	Só herbáceas	Herbáceas e arbustivas	Herbáceas, arbustivas e arbóreas	
		Cobertura vegetação margens	Sem vegetação	Só herbáceas	Herbáceas e arbustivas	Herbáceas, arbustivas e arbóreas	
		Complexidade ripária	Baixo	Baixo a médio	Médio	Elevado	
		Quantidade de invasoras (canas e silvas)	Sem invasoras	Com invasoras			
Estrutura morfológica	Numérica	Largura da secção					Análise Multivariada; Análise de variabilidade de médias, máximos e mínimos
		Largura da rasto					
		Altura da secção					

Este tipo de variáveis ou indicadores, considera-se pertinente uma vez que permite as seguintes atuações:

- Avaliar o estado ecológico do espaço fluvial, ou seja, possibilidade de conhecer a adequação do sistema em estudo à DQA;
- Planificar atuações de restauro ecológico fluvial em troços considerados prioritários do ponto de vista do estado ecológico;
- Selecionar troços com maior interesse de conservação;
- Orientar a gestão florestal e outras atividades que afetam o espaço fluvial.

De salientar ainda, no caso das variáveis de alteração ripária (erosão/ravinamento e assoreamento; ocupação cultural e forma do canal), que se procedeu também à recolha de informação relativa à: profundidade da água e turvação; tipo de substrato (rocha, pedras/blocos; gravilha, cascalho; areia/areão, elementos finos, turfa, artificial e solo). Todavia, esta informação não foi considerada para o estudo, pelo facto de não se considerarem relevantes para a avaliação dos desvios ecológicos existentes entre ribeiras naturais e agrícolas.

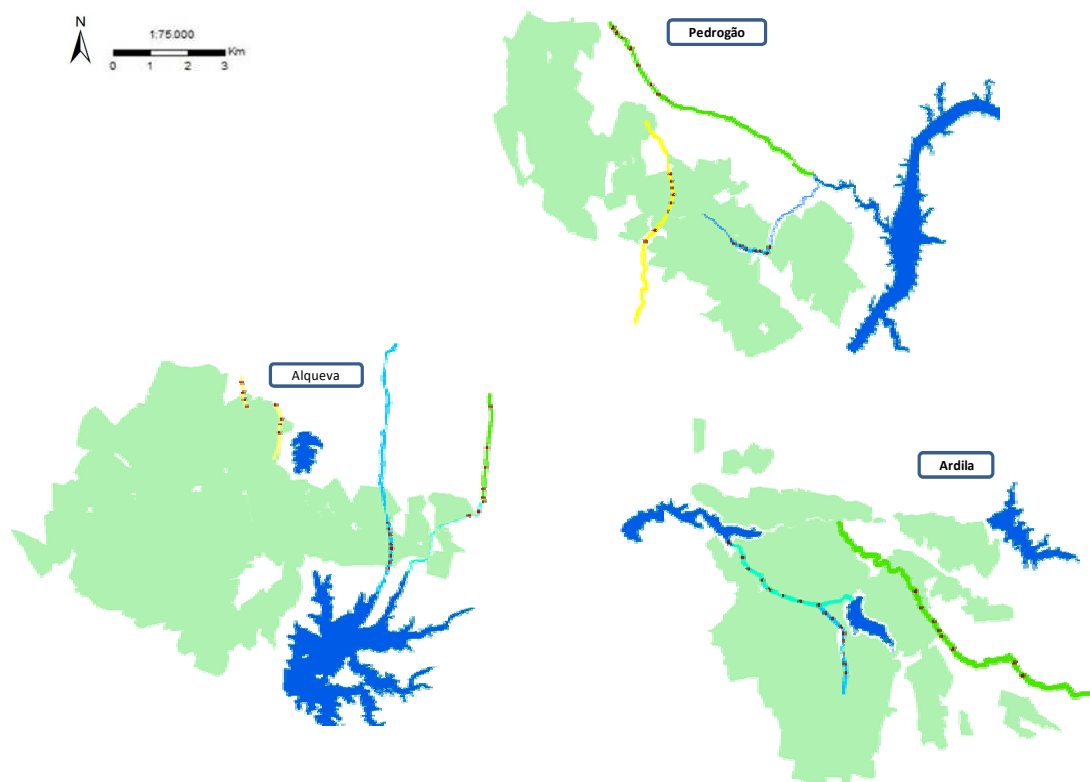


A variável de estrutura da vegetação, relativa à complexidade ripária, foi analisada através de uma avaliação pericial, tendo por base a estrutura e densidade apresentadas. Esta variável, pode ser avaliada como complexidade ripária: “baixa” no caso de se observarem apenas comunidades herbáceas, ausência de regeneração natural, presença significativa de invasoras (canas e/ou silvas), substrato constituído sobretudo por sedimentos, e com pouco ou nenhum caudal; “baixa e média” no caso de existir vegetação herbácea e pontualmente arbustiva, regeneração natural pontual, presença de invasoras (canas e/ou silvas), substrato constituído por sedimentos e algum material com granulometria, e com pouco caudal; “média” nas situações em que apresenta vegetação herbácea e arbustiva, presença de regeneração natural, presença pontual de invasoras (canas e/ou silvas), substrato constituído por material com alguma representatividade granulométrica, e com caudal significativo, e por “elevada” no caso de comportar todos os estratos de vegetação (herbáceo, arbustivo e arbóreo), com muita regeneração natural, sem invasoras (canas e/ou silvas) ou com presença pouco significativa de invasoras, substrato granulométrico representativo, e com caudal considerável.

Também se procedeu à medição de variáveis numéricas, tais como: largura da secção e rasto e altura da secção. Face às características das unidades de amostragem (unidades homogéneas), ao número de troços amostrados e às variáveis em estudo, o inventário efetuado baseou-se numa amostragem expedita e focada para os objetivos em análise, não se justificando neste caso a adoção de metodologias como a *River Habitat Survey* (RHS), optando-se portanto por uma metodologia nova.

Para efeitos de seleção dos troços, inventariaram-se unidades com representatividade da diversidade de habitats presentes nos cursos de água.

Na figura 4.5 evidenciam-se os troços amostrados em ribeiras do tipo grande e pequeno de cada um dos perímetros de rega em estudo.



**Figura 4.5** - Localização dos troços de ribeiras naturais (amarelo), não intervencionados (azul claro) e intervencionados (azul escuro) do tipo grande e pequeno, nos perímetros de rega em estudo

Salienta-se que as ribeiras dos subsistemas onde se procedeu à amostragem dos troços localizam-se nas bacias hidrográficas do Guadiana (Subsistema de Ardila - na margem esquerda do rio Guadiana e Subsistema de Pedrogão – na margem direita do rio Guadiana) e do Sado (Subsistema de Alqueva).

Uma vez que a informação a reter no âmbito do presente capítulo passa pela avaliação e análise das variáveis em questão, utilizou-se uma tipologia de ficha de campo semelhante à utilizada no âmbito do levantamento efetuado no capítulo III (relativa ao ponto 3.2.1).

Com base na referida ficha de campo e em cada ponto da amostragem recolheu-se por observação a informação de caracterização e diagnóstico correspondente a cada uma das variáveis. Obtiveram-se as métricas que caracterizam o correspondente espaço a nível de afetações de alteração ripária, vegetação ripícola e a nível de características de estrutura morfológica.

Nas referidas fichas, procedeu-se também à recolha da informação com as seguintes características: hora e data, tipo de *habitat*, condições climáticas, tipo de obstáculos no leito, número de estratos presentes (rasto, taludes e margens), vegetação autóctone e tipo de substrato presente.

As informações relativas a cada troço amostrado, procedentes destas fichas de campo, transcreveram-se posteriormente para uma folha de cálculo.

A informação recolhida permitiu uma observação comparativa dos resultados, através da análise a médias, medianas, máximos, mínimos e desvio padrão, ponderações, gráficos e análise exploratória.

Na tabela 4.2, apresenta-se a identificação de cada um dos troços amostrados, em termos de localização geográfica (coordenadas), nível e tipo de ribeira a que pertencem (natural- pequena e grande; não intervencionada- pequena e grande e intervencionada- pequena e grande), bacia hidrográfica e respetiva data em que foram amostrados.

**Tabela 4.2 – Identificação de cada unidade amostragem (troço)**

	Tipo de Ribeira		Código dos troços de Ribeiras	Tipo de ribeira	Coordenadas		Data de amostragem
					x	y	
Alqueva	Não Agrícola	Natural	AlqRN 1M	pequena	212100	116600	Mai-13
			AlqRN 2M		212000	115200	Mai-13
			AlqRN 3M		211900	114500	Mai-13
			AlqRN 4M		211900	113800	Mai-13
			AlqRN 1J	grande	211900	113500	Mai-13
			AlqRN 2J		211800	113300	Mai-13
			AlqRN 3J		211700	113000	Mai-13
			AlqRN 4J		211300	112900	Mai-13
	Agrícola	Não intervencionada	AlqRN I 1M	pequena	204400	115700	Mai-13
			AlqRN I 2M		204400	116000	Mai-13
			AlqRN I 3M		204500	116200	Mai-13
			AlqRN I 4M		204200	116700	Mai-13
			AlqRN I 1J	grande	203100	116600	Mai-13
			AlqRN I 2J		203100	116900	Mai-13
			AlqRN I 3J		203000	117100	Mai-13
			AlqRN I 4J		203000	117500	Mai-13
		Intervencionada	AlqRI 1M	pequena	208400	112600	Mai-13
			AlqRI 2M		208400	112400	Mai-13
			AlqRI 3M		208400	111300	Mai-13
			AlqRI 4M		208500	111900	Mai-13
			AlqRI 1J	grande	208500	111700	Mai-13
			AlqRI 2J		208500	111500	Mai-13
			AlqRI 3J		208500	112200	Mai-13
			AlqRI 4J		208400	111100	Mai-13
Pedrogão	Não agrícola	Natural	PedRN 1M	pequena	235400	136700	Mai-13
			PedRN 2M		235600	136600	Mai-13
			PedRN 3M		235700	136400	Mai-13
			PedRN 4M		236100	136100	Mai-13
			PedRN 1J	grande	236300	135600	Mai-13
			PedRN 2J		236800	135000	Mai-13
			PedRN 3J		237000	134700	Mai-13
			PedRN 4J		237400	134600	Mai-13
	Agrícola	Não intervencionada	PedRN I 1M	pequena	237500	132400	Jun-13
			PedRN I 2M		237600	132200	Jun-13
			PedRN I 3M		237600	132000	Jun-13
			PedRN I 4M		237600	131800	Jun-13
			PedRN I 1J	grande	237600	131600	Jun-13
			PedRN I 2J		237400	131300	Jun-13
			PedRN I 3J		236900	130700	Jun-13
			PedRN I 4J		236600	130400	Jun-13
		Intervencionada	PedRI 1M	pequena	239800	130500	Jun-13
			PedRI 2M		239900	130400	Jun-13
			PedRI 3M		240100	130300	Jun-13
			PedRI 4M		240300	130200	Jun-13
			PedRI 1J	grande	240600	130200	Jun-13
			PedRI 2J		240800	130200	Jun-13
			PedRI 3J		241000	130100	Jun-13
			PedRI 4J		241100	130300	Jun-13
Ardila	Não agrícola	Natural	ArdRN 1M	pequena	259800	109500	Abr-13
			ArdRN 2M		259500	109900	Abr-13
			ArdRN 3M		257400	110300	Abr-13
			ArdRN 4M		257000	110700	Abr-13
			ArdRN 1J	grande	257000	110900	Abr-13
			ArdRN 2J		256800	111100	Abr-13
			ArdRN 3J		256400	111600	Abr-13
			ArdRN 4J		256200	112100	Abr-13
	Agrícola	Não intervencionada	ArdRN I 1M	pequena	253900	109600	Abr-13
			ArdRN I 2M		253800	109900	Abr-13
			ArdRN I 3M		253700	110200	Abr-13
			ArdRN I 4M		253800	110600	Abr-13
			ArdRN I 1J	grande	253800	110800	Abr-13
			ArdRN I 2J		253600	111000	Abr-13
			ArdRN I 3J		253400	111200	Abr-13
			ArdRN I 4J		253100	111400	Abr-13
		Intervencionada	ArdRI 1M	pequena	252900	111600	Abr-13
			ArdRI 2M		252300	111800	Abr-13
			ArdRI 3M		251700	111900	Abr-13
			ArdRI 4M		251300	112100	Abr-13
			ArdRI 1J	grande	251000	112400	Abr-13
			ArdRI 2J		250600	112700	Abr-13
			ArdRI 3J		250400	113100	Abr-13
			ArdRI 4J		250000	113500	Abr-13

Desde o início dos trabalhos, os troços amostrados foram colocados num gradiente numérico coletivo de perturbação para se proceder a tratamentos de dados com diferentes exigências de qualidade, para obter o nível de significado estatístico das respostas ecológicas às intervenções.

A seleção dos troços em condições naturais, relativos aos segmentos de ribeiras localizados fora da área dos perímetros foi efetuada a partir de locais que se encontram ecologicamente menos perturbados (o mais aproximado da situação de referência).

Os troços localizados em ribeiras naturais encontram-se todos situados na área de influência dos perímetros de rega em estudo (Subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila) e obedeceram à premissa de estarem o menos perturbado possível, face à relevância de se estabelecerem situações de referência.

#### **4.2.2 Análise exploratória dos dados amostrados**

Toda a informação inventariada a nível das variáveis de estrutura de vegetação, de alteração ripária e de estrutura morfológica foi para cada tipo e nível de ribeira estudada, inserida em folhas de cálculo Excel sob a forma de matriz de dados (variáveis de estrutura da vegetação vs. troços, variáveis de alteração ripária vs. troços e, variáveis de estrutura morfológica vs. troços).

A exploração da matriz de dados (uma matriz por tipo de ribeira - grande e pequena e para os três perímetros de rega em estudo) foi efetuada de uma forma analítica e quantitativa com base em procedimentos estatísticos exploratórios conhecidos por análises multivariadas, com base no programa PRIMER (também utilizado no âmbito do tratamento e análise dos dados relativos ao ponto 2.4.3 do capítulo II).

Este método de análise estatística foi efetuado com o objetivo de analisar os desvios entre níveis de ribeiras do mesmo tipo, tendo-se para este efeito utilizado as variáveis referidas anteriormente, mais concretamente para as variáveis de estrutura da vegetação (cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto, quantidade de canas e silvas e complexidade ripária), variáveis de alteração ripária (erosão, ravinamento e assoreamento, forma do canal e ocupação cultural das margens) e variáveis de estrutura morfológica (largura da secção e rasto e altura da secção).

Para efeito de validação dos resultados obtidos, apresenta-se a tabela seguinte que evidencia o tipo de resultados que são obtidos no âmbito da análise multivariada para as variáveis estrutura da vegetação, de alteração ripária e de estrutura morfológica para cada um dos subsistemas, mais concretamente valores de *stress* (MDS), Cluster formados, Anosim (R- estatística de teste e p – nível de significância).

**Tabela 4.3** - Exemplo de valores obtidos no âmbito da análise multivariada em cada um dos subsistemas

Variáveis			
Ribeiras	stress	p	R
Grandes (G)			
Pequenas (P)			

Outro tipo de análise efetuado diz respeito à distribuição da vegetação dominante em ribeiras agrícolas (naturais) e não agrícolas (intervencionadas e não intervencionadas). Esta análise foi efetuada com o intuito de comparar entre ribeiras naturais e agrícolas, os estratos de vegetação presente (herbáceo, arbustivo ou arbóreo), as espécies autóctones e invasoras presentes.

Com as variáveis de alteração morfológica (largura e altura da secção e largura do rasto e profundidade da água) procedeu-se também à análise multivariada e à análise da variabilidade de médias, máximos e mínimos.

O programa Statistica 7 foi utilizado no âmbito da determinação de médias, medianas, mínimos e máximos.

### 4.3 RESULTADOS

No presente item, apresentam-se os resultados obtidos no âmbito da análise comparativa, de variabilidade e exploratória em ribeiras pequenas e grandes, naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) em cada um dos subsistemas de rega e resultados da análise estatística exploratória/multivariada em ribeiras pequenas e grandes naturais e agrícolas.

Para este efeito, utilizaram-se dados recolhidos em troços de ribeiras (unidade de amostra) localizados a montante (tipo pequeno) e a jusante (do tipo grande) e integrados em três níveis fluviais distintos (intervencionadas, não intervencionadas e naturais) em cada um dos perímetros de rega em estudo.

Procede-se ainda à caracterização dos níveis de ribeiras grandes e pequenas naturais e agrícolas, localizadas nos subsistemas de rega de Alqueva, Pedrogão e Ardila, em termos de caracterização da composição florística e complexidade ripária das galerias ripícolas.

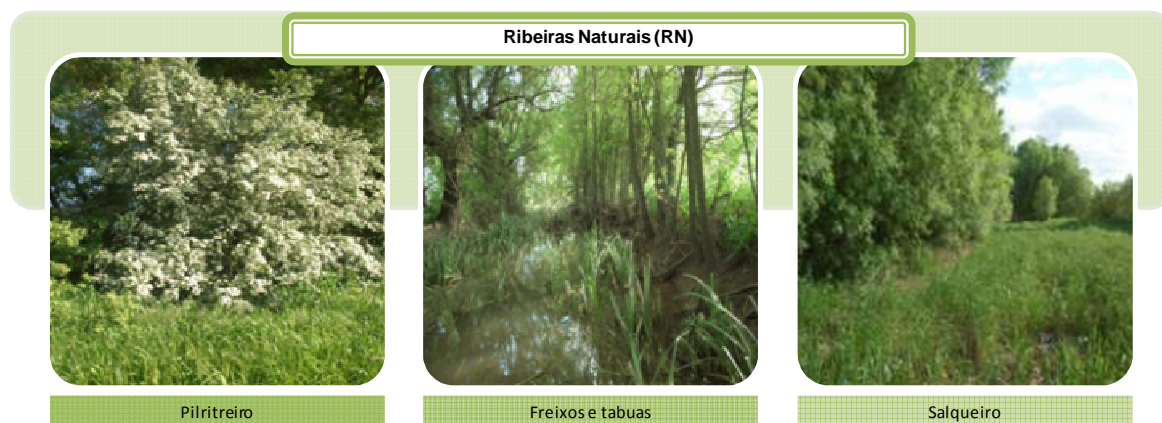
#### 4.3.1 RIBEIRAS GRANDES: NATURAIS E AGRÍCOLAS (NÃO INTERVENÇIONADAS E INTERVENÇIONADAS) DOS PERÍMETROS DE ALQUEVA, PEDROGÃO E ARDILA

##### 4.3.1.1 Caracterização e análise comparativa/avaliação das variáveis de estrutura da vegetação e de alteração ripária

###### I. Perímetro de Rega do Subsistema Alqueva

Os freixos (*Fraxinus angustifolia*) constituem a principal espécie arbórea que caracteriza a galeria ripícola da **ribeira natural** (RN - vd. figura 4.6), onde ocorrem ainda, em sub-coberto, outras espécies características destes ambientes, designadamente espécies do estrato arbustivo como *Salix salvifolia* (salgueiro branco), *Crataegus monogyna* (pilriteiro) e *Ulmus minor* (ulmeiro).

A vegetação do leito é caracterizada pela dominância de comunidades helofíticas herbáceas, dominadas por *Typha dominguensis* (Tabua).



**Figura 4.6** - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira natural do perímetro do subsistema de Rega de Alqueva

A ribeira do tipo grande que **não** foi **intervençionada (RNI)** caracteriza-se, em termos de composição florística (vd. figura 4.7) por espécies herbáceas (*Typha angustifolia*) e de carácter invasor (*Rubus sp.*), embora também se observe a presença de espécies do estrato arbóreo (*Fraxinus angustifolia*). Esta constatação deve-se sobretudo ao facto das formações ripícolas presentes na ribeira serem fortemente alteradas e degradadas, situação que propícia a expansão de *Rubus sp.* (silvas) e *Arundo donax* (Canas).



**Figura 4.7** - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeiras não intervencionada do perímetro do subsistema de Alqueva

A figura 4.8 ilustra a **ribeira intervencionada (RI)** que se localiza no perímetro do subsistema de Alqueva. Caracteriza-se pelo facto de apresentar comunidades ripícolas constituídas sobretudo por estrato herbáceo (espécies helófitas como a Tabua - *Typha dominguensis* e juncos (*Scirpus holoschoe*) e pontualmente por algumas espécies de zambujeiro (*Olea europaea* L.).

Em termos de composição florística presente nesta ribeira, esta apresenta um valor botânico reduzido devido ao confinamento da vegetação ripícola e sub-ripícola às imediações da ribeira.



**Figura 4.8** - Estratos e espécies presentes na ribeira intervencionada

### I.1. Análise às Variáveis de Estrutura da Vegetação

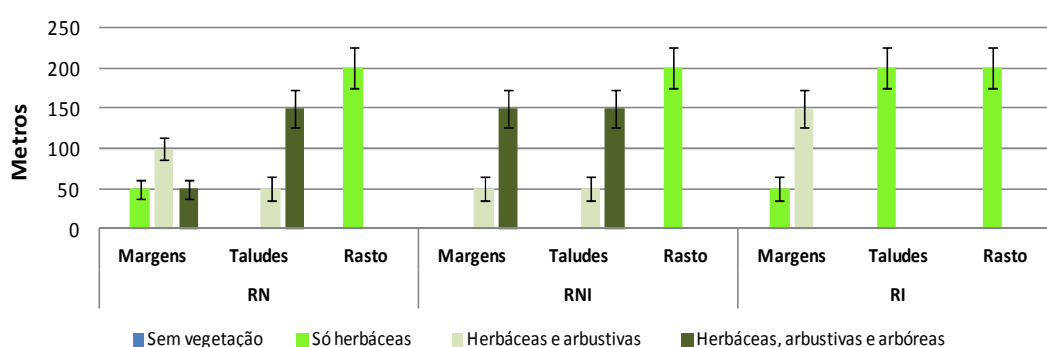
#### a. Cobertura da Vegetação nas Margens, taludes e rasto

A figura 4.9 ilustra a variação da cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto de ribeiras grandes: natural, não intervencionada e intervencionada. De acordo com a análise efetuada verifica-se que as margens da ribeira natural apresentam troços com vegetação: só herbácea, herbácea e arbustiva e herbácea e arbustiva e arbórea. A ribeira não intervencionada apresenta também

vegetação herbácea e arbustiva e vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, enquanto a ribeira intervencionada apresenta troços com vegetação herbácea e com vegetação herbácea e arbustiva.

No que concerne à cobertura de vegetação dos taludes verifica-se que os taludes da ribeira natural (RN) comportam vegetação herbácea e arbustiva e cobertura com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea. A ribeira não intervencionada apresenta vegetação herbácea e vegetação herbácea e arbustiva, todavia a ribeira intervencionada apenas apresenta vegetação herbácea.

Quanto à cobertura de vegetação no rasto, verifica-se que a vegetação é apenas constituída por espécies herbáceas.



**Figura 4.9** - Variação da cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em ribeiras grandes: natural, não intervencionada e intervencionada, localizadas no subsistema Alqueva

No que diz respeito à variação do desvio padrão nas margens, verifica-se que os troços de ribeiras não intervencionada e intervencionada foram os que apresentaram maior variação, sobretudo os troços com vegetação herbácea e arbustiva para o caso da ribeira intervencionada e os troços de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea para o caso da ribeira não intervencionada. Já na ribeira natural, a maior variação de desvio padrão ocorreu nos troços com vegetação herbácea e arbustiva.

No que concerne à cobertura de vegetação nos taludes, a maior variação de desvio padrão registou-se na ribeira intervencionada para troços com vegetação herbácea. A variação de desvio padrão no caso das ribeiras, não intervencionada e intervencionada foi idêntica, registando-se a maior variação para o caso de troços com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea.

No caso da cobertura de vegetação do rasto, observou-se a mesma variação em todas as ribeiras em estudo, ou seja apenas nos troços com vegetação herbácea.

A figura 4.10 ilustra exemplos de troços amostrados e da variável em análise.

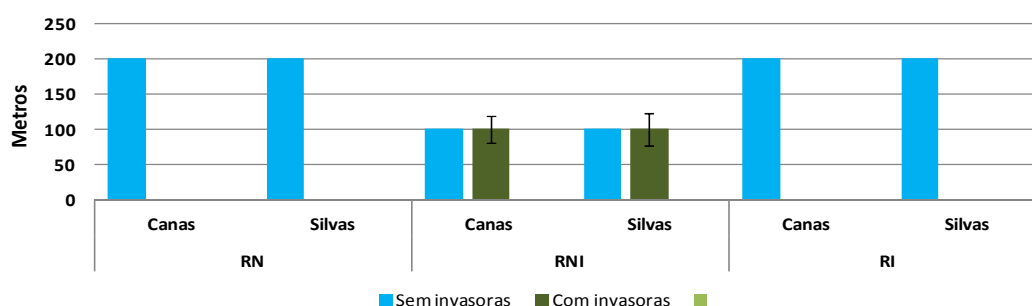




**Figura 4.10** - Cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

#### b. Quantidade de Canas e de Silvas

A figura 4.11 evidencia a quantidade de invasoras nos troços de ribeiras em estudo. Da análise efetuada, constata-se que apenas os troços de ribeiras: não intervencionada (RNI) apresentam invasoras, mais concretamente silvas e canas.



**Figura 4.11** - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeiras grandes, intervencionada e não intervencionada e de ribeira natural do subsistema de Alqueva

A única variação de desvio padrão observada registou-se nos troços de ribeira não intervencionada, com silvas e canas, tendo esta variação ocorrido com maior magnitude no caso das silvas. Nos troços de ribeiras, natural e intervencionada não se verificou a presença de canas e de silvas, pelo que não se analisou o desvio padrão.

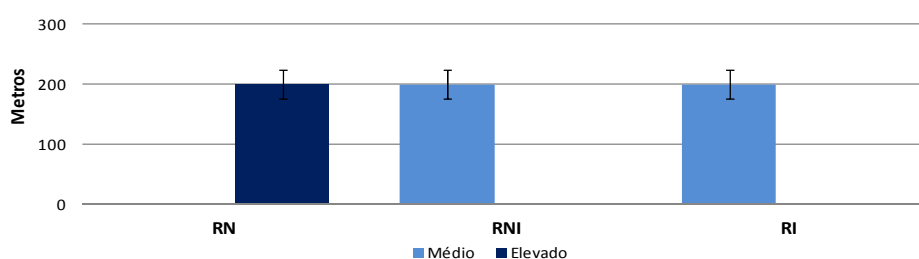
A figura 4.12 ilustra imagens onde é possível verificar o referido anteriormente.



**Figura 4.12** – Quantidade de silvas e canas em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

### c. Complexidade Ripária da Galeria Ripícola

A complexidade ripária da galeria ripícola (vd. figura 4.13) para os troços de ribeira analisados foi considerada elevada para o caso da ribeira natural e média, para as ribeiras não intervencionada e intervencionada.



**Figura 4.13** - Complexidade ripária da galeria ripícola em troços de ribeiras grandes do perímetro do subsistema Alqueva

Os troços de ribeiras não intervencionadas e intervencionadas apresentaram variação dos dados, relativamente à complexidade ripária média. Já os troços analisados na ribeira natural, apresentaram variação na complexidade ripária que lhe foi atribuída - complexidade ripária elevada.

As imagens de troços de ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas a evidenciar o grau de complexidade ripária encontram-se na figura 4.14.



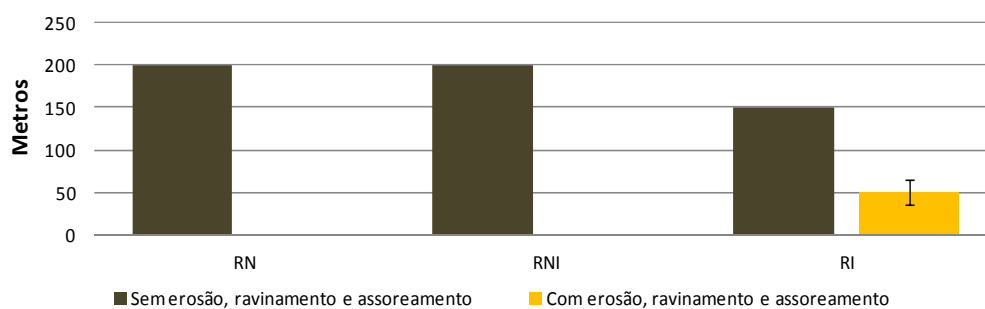
**Figura 4.14** - Complexidade ripáriada galeria ripícola em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

## I.2. Análise às Variáveis de Alteração Ripária

### a. Erosão, Ravinamento e Assoreamento

A figura 4.15 ilustra a situação de erosão para o caso dos troços de ribeira intervencionada. Para os troços de ribeiras não intervencionada e intervencionada, não se verificaram situações de erosão, ravinamento e assoreamento.

Os troços de ribeira natural e não intervencionada apresentaram a mesma variação de dados em termos de desvio padrão, enquanto parte dos troços de ribeira intervencionada apresentam erosão e alguma variação.



**Figura 4.15** – Erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras grandes: intervencionado e não intervencionado e natural, localizados no perímetro do subsistema de Alqueva

Exemplos de troços localizados em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada, encontram-se ilustrados na figura 4.16.

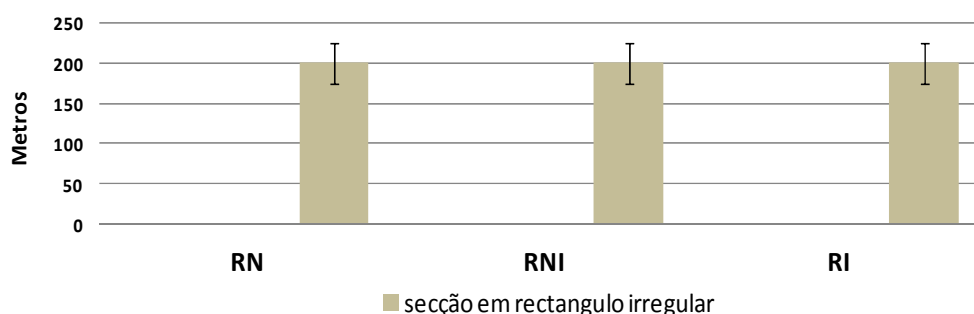


**Figura 4.16** – Troços de ribeiras, natural e não intervencionada sem evidência de sinais de erosão, ravinamento ou assoreamento e situação de erosão em troço de ribeira intervencionada

#### b. Forma do canal

A figura 4.17 ilustra o tipo de secção de ribeiras existente nos troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.

Para qualquer uma das ribeiras em questão (natural, não intervencionada e intervencionada) verifica-se que a secção apresenta uma forma de retângulo irregular.



**Figura 4.17** - Forma do canal em troços de ribeiras grandes: natural, intervencionada e não intervencionada

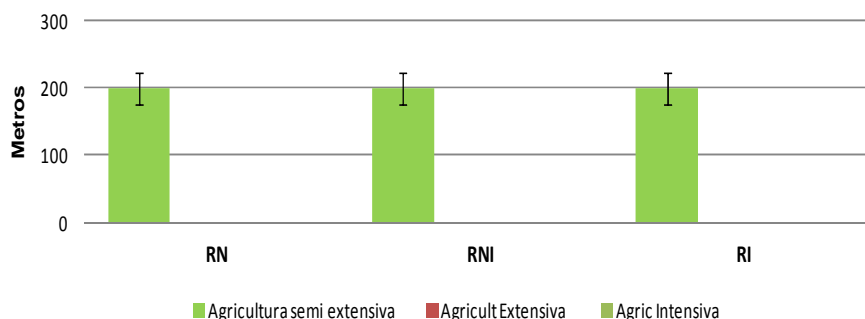
Nos troços de ribeiras analisados (vd. figura 4.18), todas as formas do canal de secção em retângulo irregular apresentaram variação idêntica.



**Figura 4.18** - Forma do canal em secção de retângulo irregular nos troços de ribeira: natural, não intervencionada e intervencionada

### c. Ocupação Cultural

O modo de produção agrícola praticado nos terrenos limítrofes à ribeira natural, não intervencionada e intervencionada consiste no regime semi-extensivo, com o cultivo de culturas anuais.



**Figura 4.19** - Tipo de ocupação cultural dos troços de ribeira: natural, não intervencionada e intervencionada

Todos os troços de ribeiras (RN, RNI e RI) em análise, apresentaram variação dos dados (desvio padrão) no que ao tipo de ocupação cultural, diz respeito.

A figura 4.20 ilustra a ocupação cultural nos terrenos limítrofes às ribeiras em estudo.



**Figura 4.20** - Culturas anuais nas parcelas contíguas às ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

## II. Perímetro de Rega do Subsistema Pedrogão

O coberto vegetal que se fixa nas margens das ribeiras localizadas no Perímetro do Pedrogão, apresenta-se de diferente forma. Nas ribeiras principais e alguns dos seus afluentes, pela maior disponibilidade hídrica, surgem os freixiais ripícolas siliciosos. São formações vegetais pertencentes à associação meso e termo mediterrânica, *Ficaria ranunculoides-Fraxinetum angustifolia*, e assumem-se como um bosque dominado no estrato arbóreo pela espécie *Fraxinus angustifolia*, substituído em alguns locais pelo choupo-negro (*Populus nigra*), acompanhados frequentemente de borrazeiras (*Salix salvifolia*, *Salix atrocinerea*).



De um modo geral a **ribeira natural (RN)** localizada na área do perímetro de rega do Pedrogão caracteriza-se pela presença de vegetação herbácea, nomeadamente juncos (*Scirpus holoschoe*) e tabuas (*Typha dominguensis*) e arbustiva, tais como loendros (*Nerium oleander*) e tamargueiras (*Tamarix africana*) e em casos pontuais ocorre a presença de vegetação de porte arbórea como os Freixos (*Fraxinus angustifolia*) (vd. figura 4.21).



**Figura 4.21** - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira natural no perímetro do subsistema de Pedrogão

A figura 4.22 ilustra a **ribeira não intervencionada (RNI)**, que se caracteriza por uma galeria ripícola dominada por espécies de porte arbóreo como os choupos (*Populus alba*) e freixos (*Fraxinus angustifolia*) mais concretamente nas margens junto ao topo dos taludes, e pontualmente de porte arbustivo como os loendros (*Nerium oleander*), caracterizando-se também por uma galeria sub-ripícola com vegetação herbácea abundante. O leito encontra-se, de uma forma geral, com vegetação herbácea encontrando-se os taludes dominados pela vegetação herbácea, com a frequente ocorrência, embora de forma pontual de vegetação arbustiva de caráter invasora como as silvas (*Robus ulmifolius*).



**Figura 4.22** - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira não intervencionada do perímetro do subsistema de Pedrogão

A **ribeira intervencionada (RI)** localizada no Subsistema do Pedrogão (vd. figura 4.23) caracteriza-se pela presença de vegetação de porte arbóreo como choupos (*Populus nigra*), de porte arbustivo

como o silvado (*Rubus ulmifolius*) e herbáceo, tais como tábua (*Hype dominguensis*), hortelã-brava (*Mentha suaveolens*), baganha (*Tamus communis*), rabaças (*Apium nodiflorum*), balanço-bravo (*Avena sterilis L.*), salsa brava (*Apium modiflorum*), tanchagem de água (*Alisma plantago aquática L.*).



**Figura 4.23** - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira não intervencionada do perímetro do subsistema de Pedrogão

## II.1. Análise às Variáveis de Estrutura da Vegetação

### a. Cobertura da Vegetação nas Margens, taludes e rasto

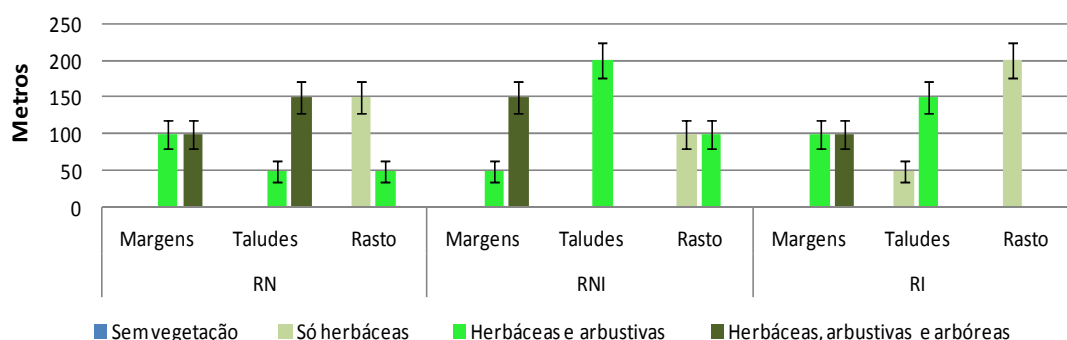
A variação da cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto de ribeira natural e ribeiras agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) é apresentada na figura 4.24.

Da análise efetuada, verifica-se que as margens da ribeira natural (RN) e não intervencionada (RNI), apresentam troços de vegetação herbácea e arbustiva e de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea.

Nas margens dos troços localizados na ribeira intervencionada (RI) verifica-se a ocorrência de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea e vegetação herbácea e arbustiva.

No que concerne à cobertura de vegetação, verifica-se que os taludes da ribeira natural (RN) compreendem vegetação herbácea e arbustiva e vegetação herbácea, arbustiva e arbórea. Nos troços de ribeira não intervencionada (RNI) prevalece a vegetação herbácea e nos troços de ribeira intervencionada (RI) ocorre vegetação herbácea e vegetação herbácea e arbustiva.

Quanto à cobertura de vegetação no rasto, verifica-se que os troços de ribeira natural (RN) e de ribeira não intervencionada caracterizam-se pela presença de vegetação herbácea e de vegetação herbácea e arbustiva, enquanto que nos troços de ribeira intervencionada (RNI) apenas ocorre vegetação herbácea.



**Figura 4.24** - Cobertura da vegetação nas margens, taludes e rasto em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada, localizadas no perímetro do subsistema Pedrogão

No que diz respeito à vegetação nas margens, verifica-se que a maior variação de desvio padrão ocorre nos troços de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea de ribeira não intervencionada. Nas ribeiras, natural e intervencionada verifica-se situação semelhante no que à variação de desvio padrão diz respeito.

Relativamente à variação de desvio padrão nos taludes, também a ribeira não intervencionada apresenta as maiores variações de desvio padrão para o caso de troços com vegetação herbácea e arbustiva.

Já no caso da variação de desvio padrão na cobertura de vegetação do rasto, a maior variação ocorreu nos troços de ribeiras intervencionada (mais concretamente nos troços de vegetação herbácea).

A figura 4.25 evidencia a cobertura da vegetação em troços das ribeiras grandes: natural, não intervencionada e intervencionada.



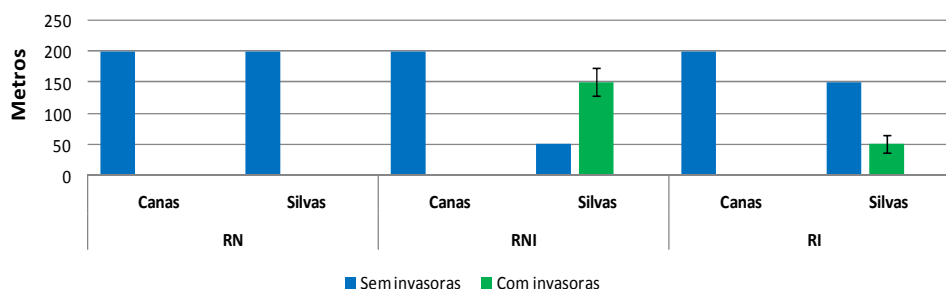
**Figura 4.25** - Cobertura da vegetação em troços de ribeiras natural, não intervencionada e intervencionada



### b. Quantidade de Canas e Silvas

A quantidade de canas e silvas presentes em troços de ribeiras grandes é espelhado na figura 4.26.

A análise ao gráfico reflete apenas a presença de silvas em ribeiras não intervencionada e intervencionada, situação que não sucede nos troços de ribeira natural.

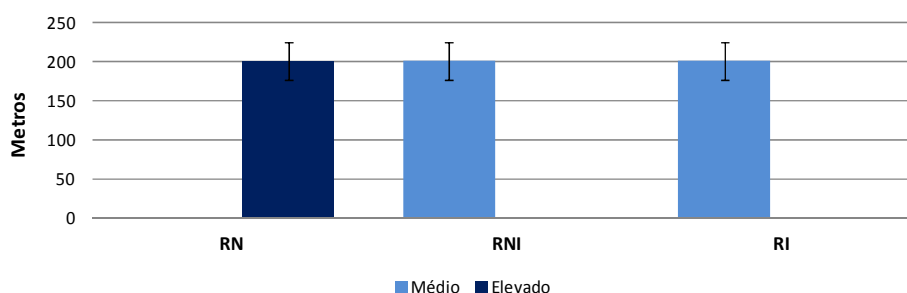


**Figura 4.26** - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeiras grandes: intervencionada e não intervencionada e de ribeiras natural do perímetro do subsistema do Pedrogão

Nos troços de ribeira do tipo natural não se presenciaram espécies invasoras, situação onde não ocorrem deste modo, variações de desvio padrão. As maiores variações de desvio padrão registaram-se na ribeira não intervencionada para o caso de situação de silvas, embora também tivesse ocorrido variação na ribeira intervencionada mas em menor dimensão.

### c. Complexidade Ripária

Da análise à figura 4.27 verifica-se que a complexidade ripária da galeria ripícola para os troços de ribeiras analisados, foi considerado elevado para o caso da ribeira natural e médio para as ribeiras, não intervencionada e intervencionada.



**Figura 4.27** - Complexidade ripária da galeria ripícola em troços de ribeiras grandes localizadas no perímetro do subsistema de Pedrogão

Os troços de ribeiras, não intervencionada e intervencionada apresentaram a mesma variação em termos da complexidade ripária. Nos troços de ribeira natural verificou-se variação de dados no que diz respeito à complexidade ripária (vd. figura 4.28).



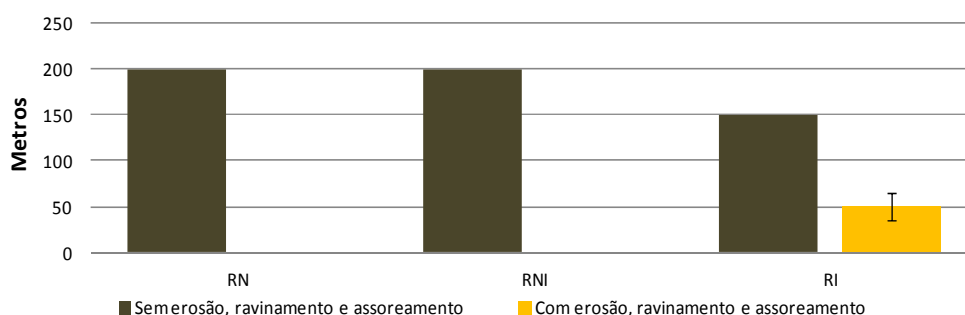
**Figura 4.28** - Complexidade ripária de troços de ribeiras grandes: natural, não intervencionada e intervencionada, localizados no perímetro do subsistema Pedrogão

## II.2 Análise às Variáveis de alteração ripária

### a. Erosão, Ravinamento e Assoreamento

Na figura 4.29 são evidentes as situações onde a erosão está patente, verificando-se esta situação apenas para troços de ribeira intervencionada.

Para os troços de ribeiras não intervencionada e intervencionada, não se verificaram situações de erosão, ravinamento e assoreamento.



**Figura 4.29** – Erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras grandes: natural, não intervencionada e intervencionada, no perímetro do subsistema de Pedrogão

Apenas os troços de ribeira intervencionada é que apresentam erosão, tendo registado alguma variação em termos de desvio padrão.

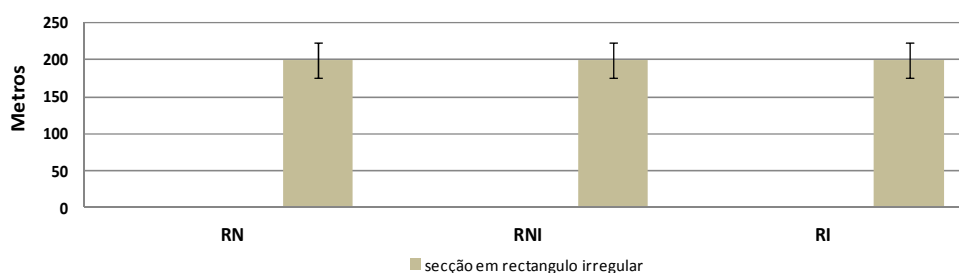
A ausência de situações de erosão, ravinamento e assoreamento pode ser visualizada na figura 4.30.



**Figura 4.30** – Troços de ribeiras, natural e não intervencionada sem evidência de sinais de erosão, ravinamento ou assoreamento e situação de erosão em troço de ribeira intervencionada

### b. Forma do canal

De acordo com o ilustrado na figura 4.31, todos troços de ribeiras em estudo apresentam uma secção de ribeira em retângulo irregular.



**Figura 4.31** - Forma do canal em troços de ribeiras grandes: intervencionada, não intervencionada e natural

Nos troços de ribeiras analisados (natural, não intervencionada e intervencionada) todas as formas do canal são em secção de retângulo irregular, tendo sido as únicas que apresentaram variação de desvio padrão.

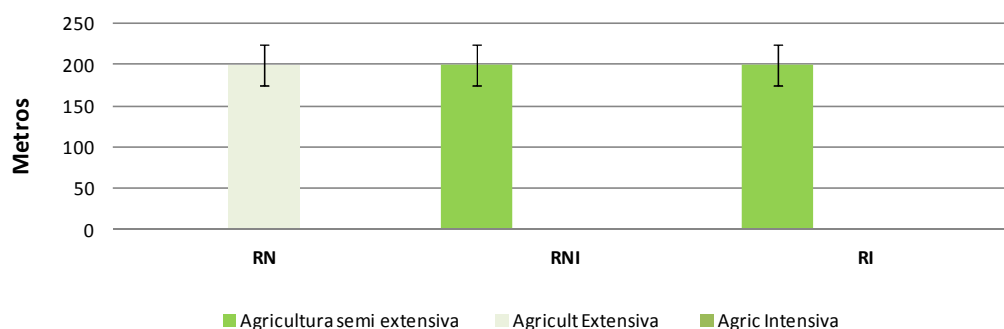
A figura 4.32 ilustra a forma do canal nas ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.



**Figura 4.32** - Forma do canal em secção de retângulo irregular nos troços de ribeira: natural, não intervencionada e intervencionada

### c. Ocupação Cultural

Conforme ilustra a figura 4.33, as parcelas contíguas aos troços de ribeira não intervencionada e intervencionada, são agricultadas segundo um modo de produção semi extensiva. Verifica-se no entanto, que os terrenos contíguas aos troços de ribeira natural, apresentam agricultura extensiva.



**Figura 4.33** - Ocupação cultural em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

Os troços de ribeiras, não intervencionada e intervencionada apresentaram o mesmo tipo de variação de dados no que concerne à ocupação cultural das margens adjacentes aos troços. Nos troços de ribeira natural a variação de dados verifica-se nas margens com ocupação agrícola em regime semi extensivo.

Na figura 4.34 apresenta-se o tipo de culturas (culturas anuais) praticado nos terrenos limítrofes às ribeiras em estudo.



**Figura 4.34** - Culturas anuais nas parcelas contíguas às ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

### III. Perímetro de Rega do Subsistema Ardila

De um modo geral a **ribeira natural (RN)** localizada na área do perímetro de rega do Ardila (vd. figura 4.35), caracteriza-se em termos de estrutura da mata ripária, sobretudo por espécies de porte arbustivo e arbóreo e por vegetação herbácea. Relativamente à vegetação de porte arbóreo, os choupos (*Populus nigra*) constituem a principal espécie arbórea que caracteriza a galeria ripícola. A vegetação dos taludes caracteriza-se essencialmente por vegetação herbácea, como a erva-lanar (*Holcus lannatus* L.), o balanço-bravo (*Avena sterilis* L.) e alpista-de-água (*Phalaris coerulescens*) e vegetação arbustiva como o salgueiro (*Salix alba*) e a vegetação do leito é caracterizada pelo predomínio de comunidades herbáceas constituída por helófitos que invadem completamente o leito do curso de água, com especial destaque para tabuas (*Typha* sp), rabaças (*Oenanthe crocata*) e juncos (*Scirpus holoschoe* L.).



**Figura 4.35** - Estratos e espécies de vegetação presentes nas ribeiras naturais localizadas na área do Subsistema de Rega do Ardila

A presença de vegetação arbustiva e herbácea nos taludes e de vegetação herbácea no rasto, é uma constante na **ribeira não intervencionada (RNI)**. Tal como ilustra a figura 4.36, pontualmente verifica-se a presença de vegetação arbustiva e arbórea nas margens, mais concretamente silvas (*Rubus ulmifolius*) e choupos (*Populus alba*).





**Figura 4.36** - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira não intervencionada do Subsistema de Rega do Ardila

A **ribeira intervencionada (RNI)** localizada no perímetro do subsistema do Ardila caracteriza-se, tal como se apresenta na figura 4.37, por vegetação herbácea nomeadamente hortelã-brava (*Mentha suaveolens*), balanço-bravo (*Avena sterilis* L); tábua (*Hype dominguensis*), cardo de santa maria (*Conium gaertne*), funcho bravo (*Conium maculatum*), por vegetação arbustiva como a figueira-brava (*Ficus carica* L.), marmeleiro (*Cydonia oblonga*), de invasoras como silvas (*Rubus ulmifolius*) e canas (*Arundo donax*), verificando-se ainda pontualmente a presença arbórea de freixos (*Fraxinus angustifolia*).



**Figura 4.37** - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira intervencionada do perímetro do subsistema do Ardila

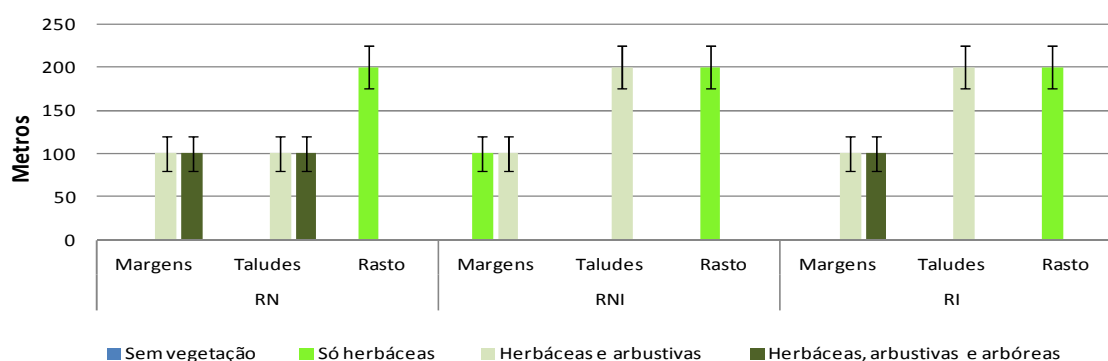
### III.1. Análise às Variáveis de Estrutura da Vegetação

#### a. Cobertura da Vegetação nas margens, taludes e rasto

Na figura 4.38 apresenta-se a variação da cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.

Da análise efetuada à cobertura de vegetação nas margens, verifica-se que os troços de ribeira natural apresentam vegetação herbácea e arbustiva e vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, e que metade dos troços de ribeira não intervencionada apresenta vegetação herbácea e arbustiva, e que a outra metade apresenta troços só com vegetação herbácea nas margens. Relativamente à ribeira intervencionada, verifica-se a existência de vegetação herbácea e arbustiva e de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea nas margens dos troços analisados.

No que concerne à vegetação nos taludes, todas as ribeiras apresentam vegetação herbácea e arbustiva, embora os troços de ribeira natural também apresentem vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, e no que à cobertura da vegetação do rasto concerne todas as ribeiras em estudo apresentam vegetação herbácea no rasto.



**Figura 4.38** - Cobertura da vegetação nas margens, taludes e rasto em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada localizada no perímetro do subsistema do Ardila

No que concerne à cobertura de vegetação nas margens, constata-se que a variação foi idêntica para os troços de ribeiras natural e intervencionada, ou seja nos troços com vegetação herbácea e arbustiva e com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea. Já a ribeira não intervencionada apresentaram variações para troços com vegetação herbácea e para vegetação herbácea e arbustiva.

Relativamente à cobertura de vegetação dos taludes, observa-se que a maior variação de desvio padrão ocorreu para as ribeiras, não intervencionada e intervencionada (com desvio padrão de 24,6) para a situação de cobertura de vegetação herbácea e arbustiva. Para a ribeira natural verificou-se a mesma variação de desvio padrão para troços de ribeiras com vegetação herbácea e arbustiva e com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea.

No que concerne à vegetação do rasto, observou-se a mesma variação para todas as ribeiras, no caso de troços só com vegetação herbácea.

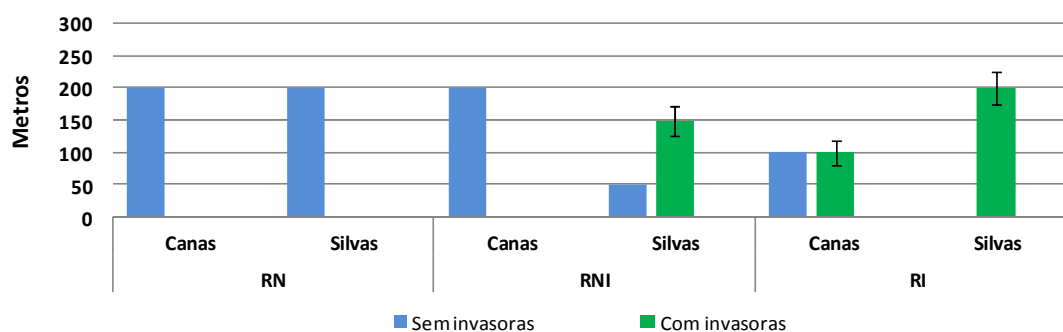
Na figura 4.39 notabiliza-se a cobertura da vegetação em troços das ribeiras grandes: natural, não intervencionada e intervencionada.



**Figura 4.39** - Cobertura da vegetação em troços de ribeiras: natural, intervencionada e não intervencionada

#### b. Quantidade de Canas e Silvas

A figura 4.40 ilustra a quantidade de canas e silvas em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada. Da análise efetuada, observa-se que nos troços de ribeira natural analisados, não se registou a presença de canas e de silvas, todavia para a situação de troços de ribeira não intervencionada regista-se a presença de silvas, e para os troços de ribeira intervencionada, constata-se a presença pontual de canas e a presença de silvas.



**Figura 4.40** - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeiras grandes: intervencionada e não intervencionada e em troços de ribeira natural do perímetro do subsistema do Ardila

Nos troços de ribeira natural não se registou a presença de espécies de carácter invasor como canas e silvas, pelo que não se analisou a variação de dados para estes troços. No caso dos troços de ribeira não intervencionada, verifica-se variação de dados para o caso de silvas e no caso de troços de ribeira intervencionada observa-se variação de dados nos troços onde ocorrem canas e silvas.

A figura 4.41 ilustra o referido anteriormente, nos troços de cada ribeira em estudo, respetivamente.

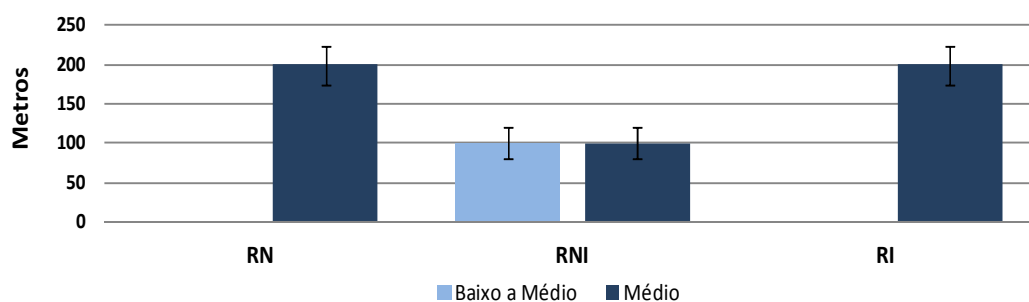




**Figura 4.41** - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeira: natural, não intervencionada e intervencionada localizada no perímetro do subsistema Ardila

### c. Complexidade Ripária

Na figura 4.42 demonstra que todos os troços de ribeiras, natural, não intervencionada e intervencionada apresentam complexidade ripária média, e que parte dos troços de ribeira não intervencionada é que apresentam complexidade ripária baixa e média.



**Figura 4.42** - Complexidade ripária da galeria ripícola em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada, localizadas no perímetro do subsistema do Ardila

Relativamente à complexidade ripária, verifica-se que os troços de ribeira natural e intervencionada apresentam variação de dados. No que concerne aos troços de ribeira não intervencionada verifica-se uma variação de dados para troços com complexidade ripária baixa a médio e para os troços com complexidade ripária média.

A complexidade ripária dos troços de ribeiras estudados, encontra-se ilustrado na figura 4.43.

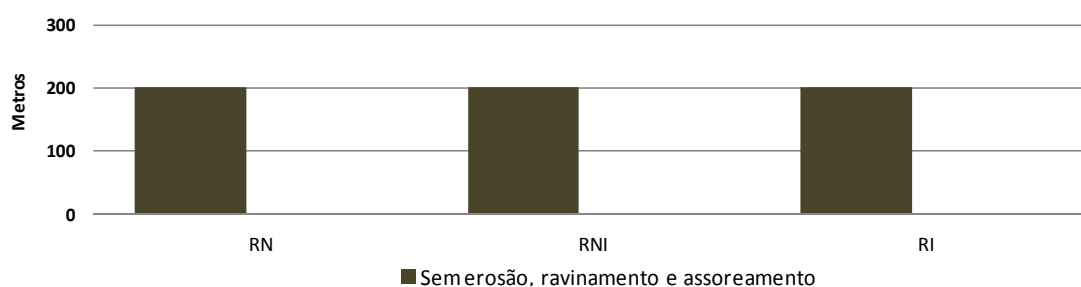


**Figura 4.43** - Complexidade ripária dos troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

### III.2 Análise às Variáveis de Alteração Ripária

#### a. Erosão, Ravinamento e Assoreamento

Não ocorreram situações de erosão, ravinamento e assoreamento nos troços analisados de ribeiras natural, não intervencionada e intervencionada, pelo que não ocorreram variações relativas ao desvio padrão (vd. figura 4.44).



**Figura 4.44** – Erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras grandes: natural, não intervencionada e intervencionada, no perímetro do subsistema do Ardila

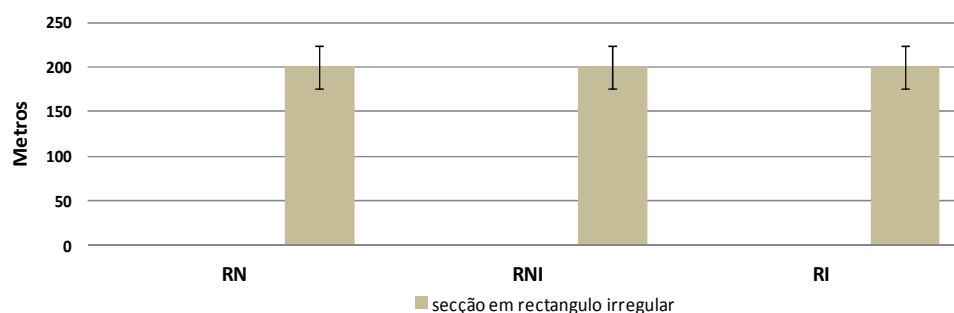
A ausência de situações de erosão, ravinamento e assoreamento pode ser visualizada na figura 4.45.



**Figura 4.45** – Troços de ribeiras: intervencionada e, natural e não intervencionada sem evidência de sinais de erosão, ravinamento ou assoreamento

### b. Forma do canal

A figura 4.46 ilustra o tipo de secção que predomina nos troços de ribeiras analisados, concluindo-se de acordo com a referida figura que todos os troços apresentam secção de ribeira em retângulo irregular.



**Figura 4.46** - Forma do canal em troços de ribeiras grandes: intervencionada e não intervencionada e em troços de ribeira natural

A variação de dados que se verifica nos troços destas ribeiras é idêntica nos três níveis de ribeiras em estudo: RN, RNI e RI.

Na figura 4.47 apresentam-se as formas de canal identificadas nas ribeiras em estudo.



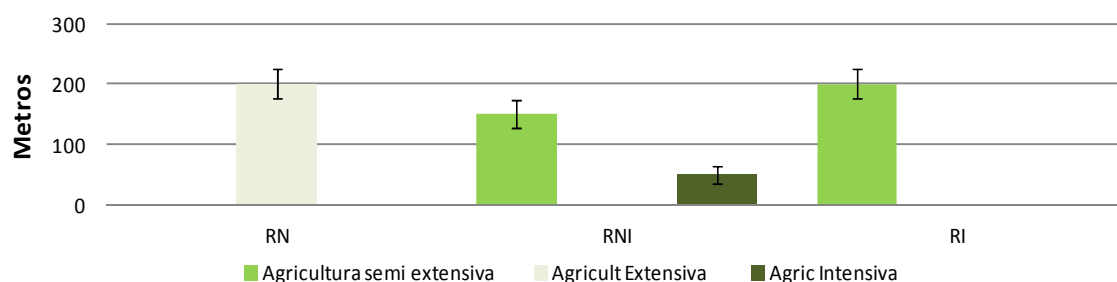
**Figura 4.47** - Forma do canal em secção de retângulo irregular nos troços de ribeira: natural, não intervencionada e intervencionada

### c. Ocupação Cultural

De acordo com a figura 4.48, verifica-se que os terrenos localizados junto aos troços de ribeira natural (RN) não são agricultados, e a ocupação cultural predominante caracteriza-se pela presença de montado de azinho.

As parcelas de terrenos contíguos aos troços de ribeira não intervencionada (RNI) são agricultadas, sendo a ocupação cultural destes terrenos por culturas anuais (agricultura semi extensiva) e por culturas permanentes como é o caso do olival (agricultura intensiva).

Relativamente às parcelas agrícolas contíguas a troços de ribeira intervencionada, verifica-se sobretudo a ocorrência de culturas anuais (agricultura semi extensiva).



**Figura 4.48** - Ocupação cultural em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

A figura 4.49 ilustra o tipo de ocupação cultural presente nos terrenos limítrofes aos troços de ribeiras em estudo.



**Figura 4.49** - Tipo de ocupação cultural praticada nas parcelas contíguas às ribeiras

#### 4.3.1.2 Análise de variabilidade às médias, máximos e mínimos

##### I. Variáveis de estrutura da vegetação

##### a. Cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto

No que concerne às ribeiras naturais, todas as margens de troços analisados apresentaram mediana de 2, situação indicativa de vegetação herbácea e arbustiva. Todavia existem valores máximos de 3 em todas as ribeiras, o que corresponde à presença de vegetação de porte herbáceo, arbustivo e arbóreo.

Relativamente à cobertura de vegetação dos taludes, os troços de ribeiras naturais de Alqueva e Pedrogão foram os que apresentaram maior valor mediano, de 3, indicativo de cobertura de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea. Existem também troços de ribeiras localizados na área do subsistema Ardila, que apresentaram valor máximo de 3.

Relativamente à cobertura de vegetação no rasto de ribeira natural, todos os troços analisados, apresentam valor mediano de 1, correspondente apenas a cobertura de vegetação herbácea.

Para as ribeiras não intervencionadas, as margens dos troços dos perímetros de rega de Alqueva e de Pedrogão apresentaram os maiores valores de mediana, correspondente a vegetação herbácea, arbustiva e arbórea. Por outro lado, os troços de ribeira do perímetro de rega do Ardila apresentaram valor mediano inferior, e com máximo de 2 (correspondente a vegetação herbácea e arbustiva).

Todos os troços em análise apresentaram valor mediano de 2 (vegetação herbácea e arbustiva) para a cobertura de vegetação dos taludes.

Relativamente à vegetação do rasto, registaram-se troços do perímetro de rega de Pedrogão com o maior valor mediano e de máxima (2), relativos a cobertura de vegetação herbácea e arbustiva. Os troços de ribeiras do Alqueva e do Ardila apresentaram troços apenas com vegetação herbácea no rasto (valor mediano 1).

No que às ribeiras intervencionadas diz respeito, para a cobertura de vegetação nas margens observou-se situação semelhante para os troços de ribeiras analisados nos perímetros de rega do Pedrogão e do Ardila, ou seja, troços onde o valor mais frequente corresponde a cobertura de vegetação herbácea e arbustiva (moda de 2), embora se tenha também obtido valor máximo de 3 (relativo a vegetação herbácea, arbustiva e arbórea). Relativamente à cobertura de vegetação nos taludes, foram os troços localizados nos perímetros de rega de Pedrogão e do Ardila, aqueles que evidenciaram maior valor mediano, de 2, correspondente a vegetação herbácea e arbustiva. Os troços de ribeira intervencionada do perímetro de rega do Alqueva, apenas apresentaram vegetação herbácea nos taludes. Todos os troços de ribeiras intervencionadas em estudo, apresentaram cobertura de vegetação no rasto (valor mediano de 1).

#### **b. Quantidade de Invasoras (canas e silvas)**

Dos resultados relativos à variabilidade da quantidade de invasoras, ou seja de canas e silvas, constata-se que, nas ribeiras naturais não se observaram situações de canas e de silvas, em oposição ao observado nas ribeiras não intervencionadas onde se registou a ocorrência de canas e de silvas. Relativamente às ribeiras intervencionadas, pontualmente é que se observou a ocorrência de canavial em troços da ribeira localizada no perímetro de rega do Ardila. Foi também em troços de ribeira deste perímetro, que também se observou a existência de silvas, situação que também se verificou pontualmente em troços da ribeira do perímetro de rega do Pedrogão.

### **c. Complexidade Ripária**

No que concerne à variabilidade da complexidade ripária da galeria ripícola, verifica-se que as ribeiras naturais localizadas nos subsistemas de Alqueva e Pedrogão apresentam complexidade ripária considerada elevada (valor de mediana de 3), caso que não se verifica nas ribeiras naturais do Ardila, onde a complexidade ripária corresponde ao valor médio (valor de mediana de 2).

As ribeiras não intervencionadas localizadas nos perímetros dos subsistemas do Alqueva e Pedrogão apresentam valores idênticos e mais elevados, com mediana de 2 (complexidade ripária média) enquanto as ribeiras do subsistema de rega do Ardila apresentam complexidade ripária mais baixo.

As ribeiras intervencionadas apresentam o mesmo grau de complexidade ripária em todos os perímetros de rega (valor de mediana de 2).

## **II. Variáveis de Alteração Ripária**

### **a. Erosão/ravinamento e assoreamento**

No que à erosão/ravinamento e assoreamento concerne, refira-se que nos troços de ribeiras naturais e não intervencionadas dos três subsistemas de rega não se registou a ocorrência de situações de erosão, ravinamento e assoreamento.

Para os troços de ribeira intervencionada localizada no perímetro de rega do Ardila não se registaram situações de erosão, ravinamento e assoreamento (mediana de 0), pese embora se tenham registado valores de máxima de 1 para os troços de ribeiras dos perímetros dos subsistemas do Alqueva e Pedrogão, situação que pode indicar a ocorrência pontual de situações de erosão, ravinamento e assoreamento

### **b. Ocupação cultural**

No que diz respeito à variável ocupação cultural, verifica-se que nos perímetros dos subsistemas do Alqueva e do Pedrogão, as ribeiras naturais localizam-se em áreas onde a agricultura em regime extensivo predomina (mediana de 3). Por outro lado, verifica-se que a ribeira natural localizada no subsistema Alqueva situa-se numa área onde a ocupação do solo é dominada por culturas em regime semi-extensivo (mediana de 2).

Todas as ribeiras não intervencionadas relativas aos três perímetros em estudo, localizam-se em áreas onde a agricultura em regime semi-extensivo prevalece.

Qualquer uma das ribeiras intervencionadas, localizam-se em áreas agrícolas em regime semi-extensivo (mediana de 2).

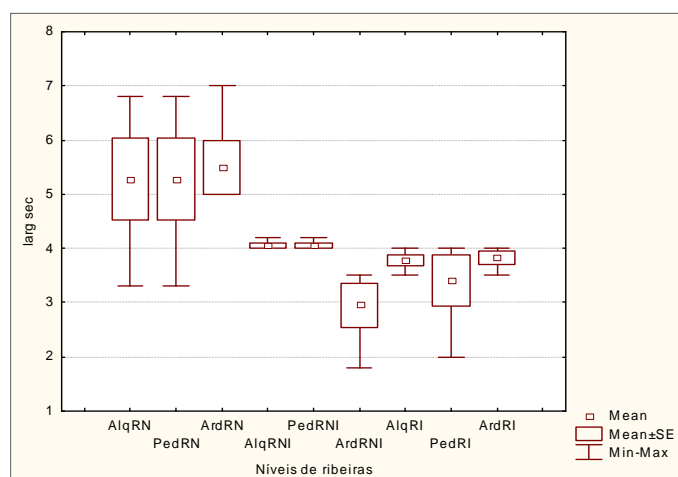
### c. Forma do canal

As ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas dos três subsistemas, apresentam uma forma do canal com secção em retângulo irregular (mediana de 3).

## III. Variáveis de Estrutura Morfológica (numéricas)

### a. Largura da secção

Na figura 4.50 apresentam-se os valores da mediana, máximas e mínimas para as ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) localizadas nos perímetros de rega de Alqueva, Pedrogão e Ardila.



**Figura 4.50** - Variação da largura da secção entre ribeiras naturais (Alq RN; Ped RN e Ard RN) e ribeiras agrícolas não intervencionadas (Alq RNI; Ped RNI e Ard RNI) e ribeiras intervencionadas (Alq. RI, Ped. RI e Ard. RI).

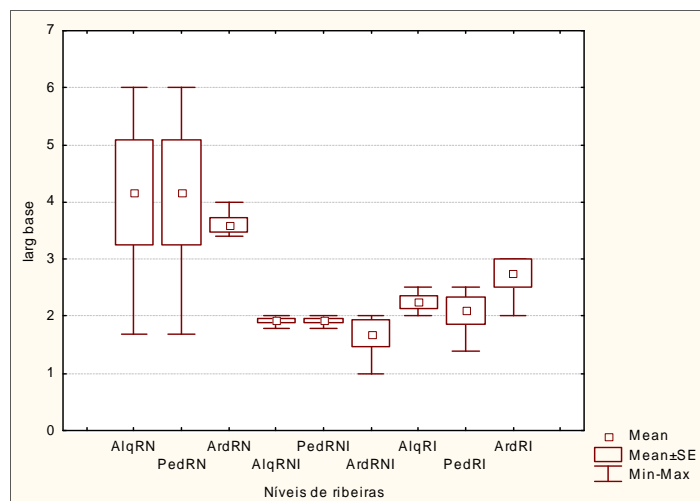
Nas ribeiras naturais verifica-se que a ribeira natural do perímetro do Ardila é aquela que apresenta maior valor médio (com uma média 5,5 metros de largura da secção).

No que às ribeiras não intervencionadas diz respeito, constata-se que o maior valor de média é apresentado pelas ribeiras localizadas nos subsistemas de Alqueva e de Pedrogão (média de 4,1 metros).

Todas as ribeiras intervencionadas apresentam o mesmo valor de média para todas as ribeiras em estudo (média de 3,8 metros).

### b. Largura da base

A figura 4.51 apresenta os valores da média, máximas e mínimas para as ribeiras naturais e agrícolas localizadas nos perímetros dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila.



**Figura 4.51** - Variação da largura da base entre as ribeiras naturais (Alq RN; Ped RN e Ard RN), ribeiras não intervencionadas (Alq RNI; Ped RNI e Ard RNI) e ribeiras intervencionadas (Alq. RI, Ped. RI e Ard. RI).

O maior valor de largura de base, foi observado para a ribeira natural do perímetro do subsistema de Alqueva com 4,2 metros de largura.

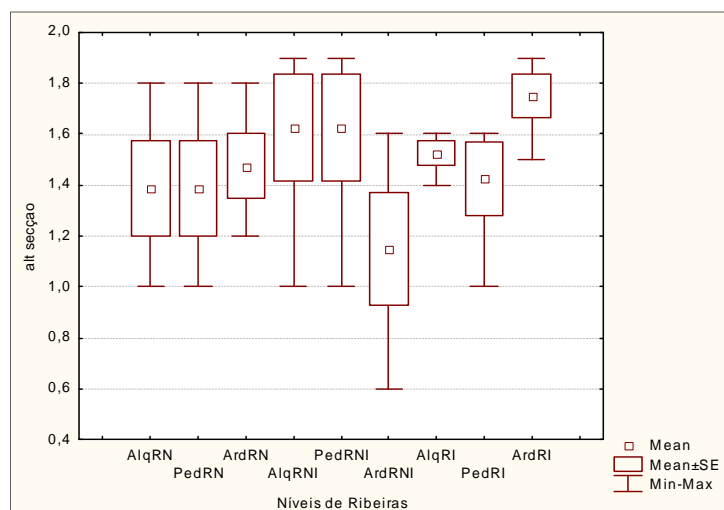
Nas ribeiras não intervencionadas, verifica-se que o maior valor de média foi registado nas ribeiras do perímetro dos subsistemas de Alqueva e Pedrogão (média de 1,9 metros), embora se tenham registado valores máximos de 2 metros em troços de ribeira natural do perímetro do subsistema do Ardila.

A ribeira intervencionada localizada no subsistema de rega do Ardila, foi a que apresentou maior valor de média (2,8 metros).

### c. Altura da secção

A figura 4.52 ilustra a variabilidade da altura da secção obtida entre as ribeiras naturais e ribeiras agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) dos 3 perímetros dos subsistemas em estudo.





**Figura 4.52** - Variação da altura da secção entre ribeiras naturais (Alq RN; Ped RN e Ard RN) e ribeiras não intervencionadas (Alq RNI; Ped RNI e Ard RNI) e ribeiras intervencionadas (Alq. RI, Ped. RI e Ard. RI).

No que à altura da secção concerne, verifica-se que a ribeira natural localizada no perímetro do Pedrogão apresenta um valor médio de altura de secção (de 1,6 metros) superior ao obtido nas ribeiras localizadas nos perímetros de rega do Alqueva e do Ardila.

As ribeiras não intervencionadas localizadas nos subsistemas de rega do Alqueva e do Pedrogão foram as que apresentaram maior média (altura da secção de 1,6 metros).

Relativamente às ribeiras intervencionadas, o maior valor de altura de secção verificou-se nas ribeiras localizadas no subsistema de rega do Ardila, com um valor médio de 1,7 metros.

#### 4.3.1.3 Análise Multivariada

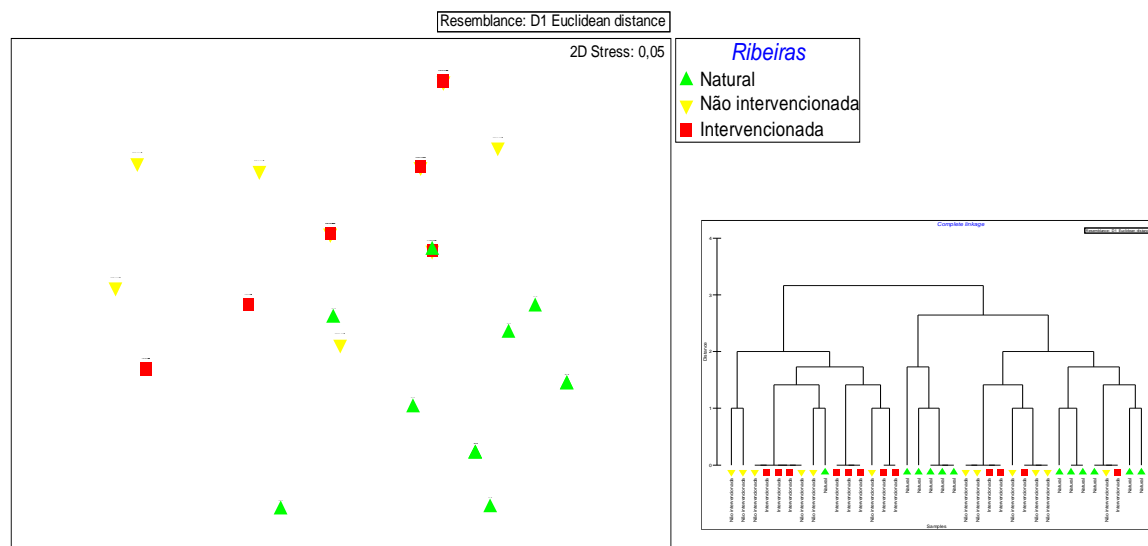
Este método de análise estatística exploratória foi efetuada com o objetivo de analisar os desvios entre níveis de ribeiras do mesmo tipo, tendo-se para este efeito, recorrido ao programa PRIMER 6, tal como referido no âmbito da metodologia.

Seguidamente procede-se à análise das variáveis de estrutura da vegetação, de alteração ripária e de estrutura morfológica.

##### I. Análise Multivariada às variáveis de estrutura da vegetação

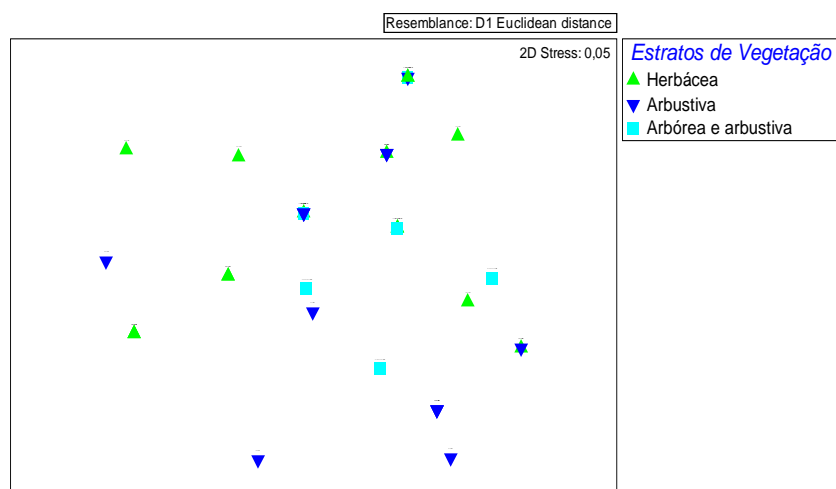
A imagem 4.53 ilustra o resultado obtido pela análise multivariada efetuada a variáveis de estrutura da vegetação em ribeiras, natural, não intervencionada e intervencionada localizadas nos perímetros dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila.

Pela análise da figura 4.53 verifica-se uma distinção entre as ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas), que de acordo com o valor de *stress* obtido (de 0,06), representado um ajustamento adequado entre as distâncias reais e as distâncias nos eixos.



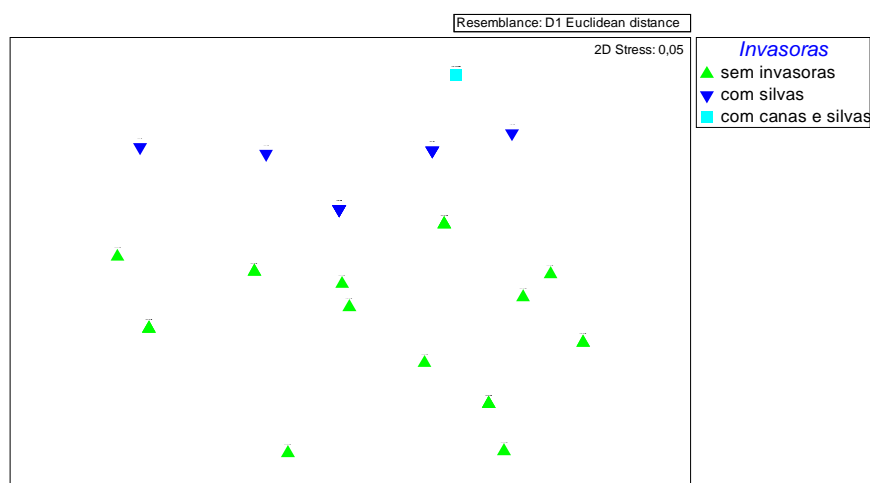
**Figura 4.53** - MDS e Cluster, para as variáveis de estrutura da vegetação, em ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas), dos três perímetros dos subsistemas, com sobreposição dos troços

Com o objetivo de analisar o tipo de vegetação que ocorre com mais frequência em ribeiras naturais e em ribeiras agrícolas, procedeu-se a uma nova avaliação MDS (vd. figura 4.54). De acordo com o resultado obtido verifica-se que as ribeiras naturais distinguem-se das ribeiras agrícolas pelo fato de apresentarem sobretudo vegetação herbácea e exemplares de porte arbóreo e arbustivo, situação que contrasta com o observado nas ribeiras agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas), onde a vegetação que prevalece se caracteriza por vegetação herbácea e de porte arbustivo.



**Figura 4.54** - Justaposição dos estratos de vegetação no espaço MDS e Cluster, criado pelas variáveis de vegetação, em ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) nos perímetros dos três subsistemas, com sobreposição dos troços

Com o objetivo de comparar o grau de invasibilidade entre ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas, procedeu-se a uma nova análise MDS. Face ao resultado obtido, verifica-se de acordo com a figura 4.55, que as ribeiras naturais não apresentam invasoras, nem exóticas (canas) nem indígenas (silvas). As ribeiras não intervencionadas obtiveram-se troços com registo de silvas e em menor proporção sem invasoras, embora com situações pontuais de canas. Nas ribeiras intervencionadas embora se tenham evidenciado troços sem invasoras, existem troços com silvas e com canas e silvas.



**Figura 4.55** - Justaposição dos locais com silvas e canas no espaço MDS e Cluster criado pelas variáveis de estrutura da vegetação, em ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas, nos perímetros dos três Subsistemas, com sobreposição dos troços

Com o objetivo de analisar estatisticamente a significância de diferenças entre os grupos visualizados na MDS, foi efetuado um teste multivariado de concordância de Kendall (ANOSIM) entre grupos. Este tipo de teste é semelhante a uma análise variância mas de cariz não paramétrico, e pretende testar a veracidade da hipótese nula de não haver diferenças entre grupos. Exploraram-se as diferentes comparações entre pares de grupos, de acordo com o respetivo valor de R associado.

No entanto a nível dos resultados obtidos pela análise ANOSIM ( $R=0,356$  e  $p=0,1$  %), verifica-se que existe alguma distinção entre ribeiras naturais e agrícolas ( $0,25 < R < 0,50$ ), e que estas diferenças estão provadas ( $p=0,1$ ). No entanto, entre ribeiras naturais vs. ribeiras não intervencionadas e entre ribeiras naturais vs. ribeiras intervencionadas os resultados evidenciam diferenças, tal como se evidencia nos resultados apresentados na tabela 4.4.

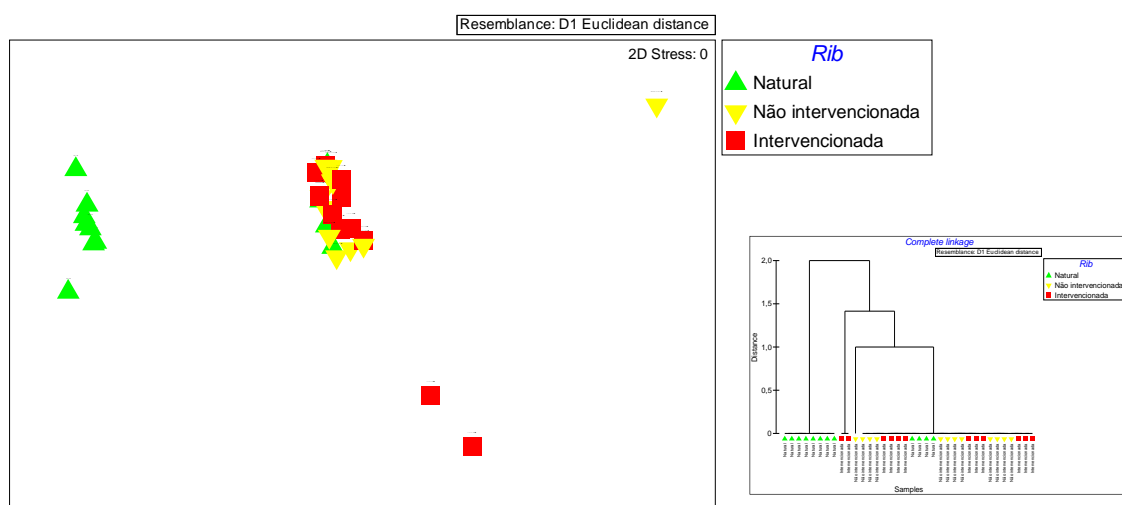
**Tabela 4.4** - Resultados para R e p em ribeiras naturais e agrícolas, para variáveis de estrutura da vegetação

Ribeiras	R	p (%)	Observações
<b>Natural vs. Não intervencionada</b>	0,526	0,1	Níveis de ribeiras algo sobrepostas ( $0,50 < R < 0,75$ ), mas as diferenças consideram-se provadas ( $p=0,1$ )
<b>Natural vs. Intervencionada</b>	0,526	0,1	
<b>Não intervencionada vs. Intervencionada</b>	0,028	23,5	Não existe diferenciação entre grupos ( $R < 0,25$ ) e a diferenciação não é significativa ( $p > 0,1$ )

## II. Análise Multivariada às variáveis de alteração ripária

Na figura 4.56, apresenta-se o resultado obtido pela análise multivariada efetuada a variáveis de alteração ripária em ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas localizadas nos perímetros dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila.

Da análise à figura verifica-se uma distinção existente em ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas), e acordo com o valor de *stress* obtido (de 0), representado um ajustamento adequado entre as distâncias reais e as distâncias nos eixos).



**Figura 4.56** - MDS e Cluster, para as variáveis de alteração ripária, em ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas), nos perímetros dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila, em ribeiras grandes com sobreposição dos troços

No entanto a nível dos resultados obtidos pela análise ANOSIM ( $R=0,252$  e  $p=0,1\%$ ), verifica-se que existem diferenças pequenas, ou seja as ribeiras são pouco distintas ( $R<0,25$ ) não sendo esta distinção também significativa ( $p>0,1\%$ ).

Na tabela 4.5, apresentam-se os resultados obtidos entre a ribeira natural e ribeira não intervencionada, ribeira natural e intervencionada, e entre ribeira intervencionada e intervencionada.

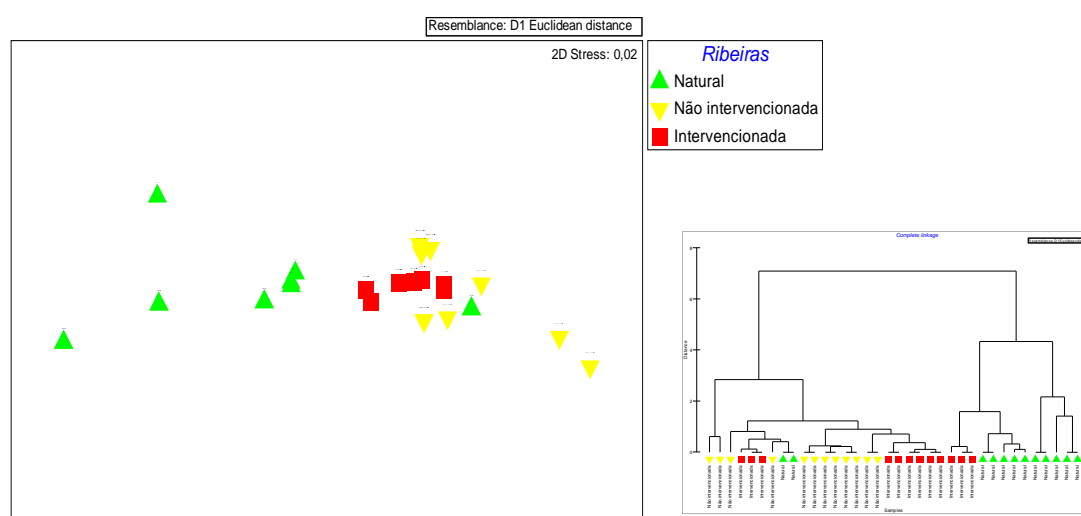
**Tabela 4.5** - Resultados para R e p em ribeiras naturais e agrícolas, para variáveis de alteração ripária

Ribeiras	R	p (%)	Observações
<b>Natural vs. Não intervencionada</b>	0,387	0,3	0,25<R<0,50 ribeiras pouco distintas, embora a distinção se considere distinta ( $p>0,1\%$ )
<b>Natural vs. Intervencionada</b>	0,372	0,3	
<b>Não intervencionada vs. Intervencionada</b>	0,005	47,1	R<0,25 Não existe diferenciação entre níveis de ribeiras e as diferenças não são significativas, ou seja, “não provadas” ( $p>0,1\%$ )

### III. Análise Multivariada às variáveis de estrutura morfológica

A figura 4.57 ilustra o resultado obtido pela análise multivariada efetuada a nível das variáveis de estrutura morfológica, nomeadamente largura e altura da secção e largura do rasto, em ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas, localizadas nos perímetros dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila.

Verifica-se um bom ajustamento nos resultados obtidos (*stress* de 0,02), demonstrando que as ribeiras naturais distinguem-se claramente das ribeiras não intervencionadas e intervencionadas no que concerne às variáveis associadas à estrutura morfológica.



**Figura 4.57** - Análise multivariada às variáveis de estrutura morfológica (MDS e CUSTER) em ribeiras grandes: naturais, não intervencionadas e intervencionadas

No entanto a nível dos resultados obtidos pela análise ANOSIM ( $R=0,386$  e  $p=0,1\%$ ), verifica-se que as ribeiras naturais e agrícolas são pouco distintas no que às variáveis de estrutura morfológica concerne, no entanto estas diferenças comprovam-se ( $p=0,1$ ).

Na tabela 4.6 evidencia os resultados obtidos entre os níveis de ribeiras em estudo, verificando-se que as maiores diferenças ocorrem entre as ribeiras natural e intervencionada.

**Tabela 4.6** - Resultados para R e p em ribeiras naturais e agrícolas, para variáveis de estrutura morfológica

Ribeiras	R	p (%)	Observações
<b>Natural vs. Não intervencionada</b>	0,492	0,1	$0,25 < R < 0,50$ ribeiras pouco distintas, embora esta distinção seja significativa ( $p=0,1\%$ )
<b>Natural vs. Intervencionada</b>	0,513	0,1	$0,50 < R < 0,75$ as ribeiras encontram-se algo sobrepostas, mas distintas, e esta distinção comprova-se ( $p=0,1\%$ )
<b>Não intervencionada vs. Intervencionada</b>	0,208	0,3	$R < 0,25$ não existe diferenciação entre ribeiras

#### 4.3.1.4 Análise Comparativa – Discussão e Conclusão

Seguidamente faz-se uma síntese relativa à análise e resultados obtidos para as ribeiras do tipo grande, no que concerne às variáveis de estrutura da vegetação e de alteração ripária.

Relativamente às variáveis de vegetação (vd. tabela 4.7), cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto, salienta-se o seguinte:

- ❖ Todas as ribeiras naturais apresentam vegetação herbácea, arbustiva e arbórea nas margens e taludes, sendo o rasto constituído apenas por vegetação herbácea.
- ❖ As ribeiras não intervencionadas dos perímetros de rega do Alqueva e do Pedrogão, são constituídas por vegetação herbácea, arbustiva e arbórea nas margens e a ribeira do perímetro de rega do Ardila é constituída por vegetação herbácea e arbustiva.
- ❖ As ribeiras intervencionadas são constituídas por vegetação herbácea e arbustiva nas margens e nos taludes das ribeiras localizadas no Ardila e no Pedrogão e, essencialmente por vegetação herbácea na ribeira localizada no Alqueva.

**Discussão:** todos os níveis de ribeiras grandes apresentam vegetação herbácea na cobertura de vegetação do rasto.

**Em síntese:** as ribeiras naturais apresentam na generalidade estratos de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea nos taludes e margens, situação que apenas se verifica nas margens de ribeiras agrícolas não intervencionadas, sendo os taludes destas ribeiras constituídos sobretudo por vegetação herbácea e arbustiva.

Já nas ribeiras intervencionadas prevalece a vegetação herbácea e arbustiva nos taludes, pese embora nas margens se observe também a presença de vegetação herbácea e arbustiva na maioria dos troços e de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea pontualmente noutros troços.

**Tabela 4.7** - Cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em ribeiras naturais e agrícolas nos perímetros de rega do Alqueva, Pedrogão e Ardila

Ribeiras Grandes		Margens				Taludes				Rasto			
Alqueva	Ribeiras Naturais												
Pedrogão													
Ardila													
Alqueva	Ribeiras Agrícolas	Ribeiras não intervenc.											
Pedrogão													
Ardila													
Alqueva	Ribeiras Agrícolas	Ribeiras intervenc.											
Pedrogão													
Ardila													
Alqueva	Ribeiras Agrícolas	Ribeiras intervenc.											
Pedrogão													
Ardila													

veg. herbácea	
veg. herbácea e arbustiva	
veg. herbácea, arbustiva e arbórea	

No que à quantidade de invasoras concerne, não se verificou a presença de invasoras exóticas (canas) e indígenas (silvas) nas ribeiras naturais. Todavia a presença de silvas foi patente na maioria dos troços de ribeiras não intervencionadas, tendo-se também evidenciado, embora de forma pontual, a presença de canas apenas em troços da ribeira não intervencionada do perímetro do subsistema de Alqueva.

Nas ribeiras intervencionadas amostradas, a presença de silvas foi bastante evidente na ribeira localizada no Ardila (ribeira com mais estações de crescimento). Também nesta ribeira se presenciou a ocorrência de canas.

**Discussão:** A ocorrência de espécies invasoras de carácter indígena prevalece comparativamente as espécies invasoras exóticas. Nas ribeiras não intervencionadas e intervencionadas ocorrem silvas e canas, verificando-se a predominância de silvas. Salienta-se ainda, o predomínio de ambas as espécies na ribeira intervencionada do perímetro de rega do Ardila, ribeira esta, com o maior número de estações de crescimento, comparativamente com o número de estações de crescimento das ribeiras intervencionadas dos perímetros de rega do Alqueva e de Pedrogão.

Relativamente à complexidade ripária, pode-se referir que à exceção da ribeira natural localizada na área do Ardila onde a complexidade ripária foi média, as restantes ribeiras naturais apresentaram complexidade ripária elevada. As ribeiras não intervencionadas dos perímetros de Alqueva e de Pedrogão apresentaram complexidade ripária média e a ribeira não intervencionada do Ardila para além desta complexidade ripária também apresentou grau baixo a médio.

Todas as ribeiras intervencionadas, apresentaram complexidade ripária considerada média

**Discussão:** De um modo geral pode-se concluir que nas ribeiras naturais a complexidade ripária varia de médio a elevado, com predominância do grau elevado, situação que se pode estar associada ao tipo de ocupação cultural existente, que na sua maioria é segundo um modo de produção em regime extensivo. Na tabela 4.8 evidenciam-se os resultados obtidos para as variáveis de vegetação, mais concretamente para a complexidade ripária.

**Tabela 4.8** - Análise às variáveis de vegetação (complexidade ripária) em ribeiras não naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) nos três perímetros em estudo

	Ribeiras grandes	LTD.canas	LTD silvas	Complexidade ripária
Alqueva	Ribeiras naturais	sem canas	sem silvas	elevado
	Ribeiras não intervenc.	com canas	com silvas	médio
	Ribeiras intervenc.	sem canas	sem silvas	médio
Pedrogão	Ribeiras naturais	sem canas	sem silvas	elevado
	Ribeiras não intervenc.	sem canas	com silvas	médio
	Ribeiras intervenc.	sem canas	com silvas	médio
Ardila	Ribeiras naturais	sem canas	sem silvas	médio
	Ribeiras não intervenc.	sem canas	com silvas	baixo a médio e médio
	Ribeiras intervenc.	com canas	com silvas	médio

No que às variáveis de alteração ripária concerne, não se observaram situações de erosão, ravinamento e assoreamento nas ribeiras naturais e não intervencionadas, no entanto, nas ribeiras intervencionadas dos perímetros do Alqueva e do Pedrogão verificaram-se situações pontuais de erosão, ravinamento e assoreamento, e nos troços de ribeira intervencionada no perímetro do Ardila não se presenciou a ocorrência de situações de erosão, ravinamento e assoreamento.

**Discussão:** A ausência de situações de erosão, ravinamento e assoreamento na ribeira intervencionada do Ardila, pode dever-se ao fato desta ribeira apresentar maior número de estações de crescimento circunstância que permitiu a sua recuperação em termos vegetativos.

No que à ocupação cultural diz respeito, pode-se referir que as parcelas agrícolas contíguas às ribeiras naturais localizadas nas áreas dos perímetros de Pedrogão e do Ardila caracterizam-se por um regime agrícola extensivo, ao invés do que se observa nas parcelas adjacentes à ribeira natural localizada na área do Alqueva, que apresentam um tipo de agricultura em regime semi extensivo.

Por outro lado, todas as parcelas envolventes aos troços de ribeiras não intervencionadas localizadas nos perímetros de Alqueva e do Pedrogão, apresentam um modo de produção agrícola semi extensivo, embora esta situação não se verifique na globalidade das parcelas localizadas no perímetro do Ardila, onde também é patente a ocupação cultural em regime intensivo.



Relativamente à ocupação das parcelas contíguas a ribeiras intervencionadas, verifica-se que em todas se pratica um modo de produção agrícola semi extensivo.

**Discussão:** nas ribeiras naturais onde se registou uma complexidade ripária média e elevada, verificou-se uma ocupação cultural com predomínio do regime extensivo.

No que à forma do canal concerne, constata-se que todas as ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionados e intervencionados) apresentaram forma do canal em secção de retângulo irregular.

Na tabela 4.9 encontram-se representados os resultados obtidos no âmbito da análise efetuada às variáveis de alteração ripária.

**Tabela 4.9** - Análise às variáveis de alteração ripária em ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) nos três perímetros em estudo

Perímetro de Rega do Subsistema Alqueva				
Ribeiras grandes		Erosão/ravinamento e assoreamento	Ocupação Cultural	Forma do Canal
Alqueva	Ribeiras naturais	sem erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. semi-extensiva	Secção em retângulo irregular
	Ribeiras não intervencionadas	sem erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. semi-extensiva	Secção em retângulo irregular
	Ribeiras intervencionadas	com erosão, ravinamento e assoreamento sem erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. semi-extensiva	Secção em retângulo irregular
Pedrogão	Ribeiras naturais	sem erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. Extensiva	Secção em retângulo irregular
	Ribeiras não intervencionadas	sem erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. semi-extensiva	Secção em retângulo irregular
	Ribeiras intervencionadas	com erosão, ravinamento e assoreamento sem erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. semi-extensiva	Secção em retângulo irregular
Ardila	Ribeiras naturais	sem erosão, ravinamento e assoreamento	Agric. Extensiva	Secção em retângulo irregular
	Ribeiras não intervencionadas	sem erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. semi-extensiva e intensiva	Secção em retângulo irregular
	Ribeiras intervencionadas	sem erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. semi-extensiva	Secção em retângulo irregular

#### 4.3.2 RIBEIRAS PEQUENAS: NATURAIS, NÃO INTERVENCIONADAS E INTERVENCIONADAS NOS PERÍMETROS DE REGA DO ALQUEVA, PEDROGÃO E ARDILA

##### 4.3.2.1 Caracterização e avaliação das variáveis de estrutura da vegetação e de alteração ripária em ribeiras do tipo pequeno

###### I. Perímetro de Rega do Subsistema Alqueva

A vegetação herbácea constituída por espécies como tabuas (*Typha dominguensis*) e por juncos (*Scirpoides holoschoenus*), são as principais espécies que caracterizam a galeria ripícola da **ribeira com características naturais** (RN, vd. figura 4.58), onde ocorrem ainda, outras espécies de características destes ambientes, designadamente espécies do estrato arbóreo e arbustivo como Catapereiros (*Pyrus bourgaeana*).

A vegetação do leito é caracterizada pela dominância de comunidades helofíticas herbáceas, dominadas por *Typha dominguensis* (tabua) e por *Scirpoides holoschoenus* (juncos).



**Figura 4.58** - Estratos e espécies de vegetação presentes na ribeira natural do perímetro do subsistema de Alqueva

A ribeira do tipo pequeno que **não foi intervencionada (RNI)**, caracteriza-se em termos de composição florística, pela presença de espécies herbáceas como a tabua (*Hype angustifolia*) e a salgueirinha (*Lythrum salicaria*) e pontualmente por manchas de carácter invasor como o canavial (*Arundo donax*), resultante da forte pressão humana. Pontualmente também se observa a presença de espécies do estrato arbóreo como o choupo (*Populus alba*) e o freixo (*Fraxinus angustifolia*).

A figura 4.59 ilustra a composição florística da ribeira não intervencionada.



A figura 4.60 apresenta a **ribeira pequena intervencionada (RI)**. Genericamente esta ribeira encontra-se desprovida de vegetação lenhosa e de espécies de porte arbóreo, em toda a sua extensão, com predomínio de vegetação herbácea caracterizada pela presença de comunidades helofíticas herbáceas dominadas por gramíneas e pela presença de vegetação arbustiva como silvas (*Rubus ulmifolius*).



Seguidamente procede-se à análise das variáveis de vegetação onde se pode comprovar o tipo de vegetação e em que moldes ocorre em cada um das ribeiras em estudo.

### I.1. Análise às Variáveis de Estrutura da Vegetação

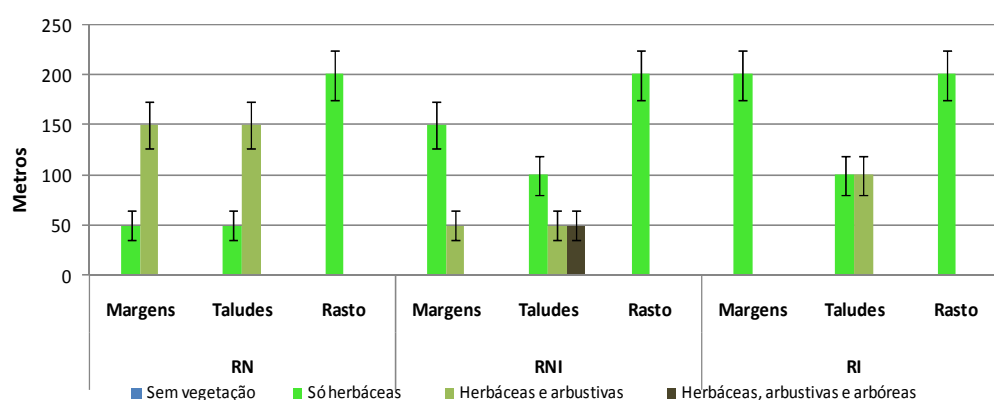
#### a. Cobertura da Vegetação nas margens, taludes e rasto

Da análise ao gráfico verifica-se que as ribeiras pequenas onde se procedeu às intervenções de limpeza e reperfilamento (ribeira intervencionada), foram as únicas que registaram troços sem vegetação no rasto, evidenciando também a presença de vegetação herbácea nas margens e nos taludes.

Relativamente às ribeiras natural e não intervencionada, verifica-se uma situação semelhante para o rasto e taludes nestas ribeiras com presença de vegetação só herbácea no rasto e de vegetação herbácea, arbustiva e herbácea, e herbácea, arbustiva e arbórea no caso dos taludes, embora prevaleça a vegetação herbácea.

No que à variação da cobertura de vegetação nas margens, diz respeito, verifica-se que as margens da ribeira natural e da ribeira não intervencionada apresentam vegetação herbácea e vegetação herbácea e arbustiva, embora a vegetação herbácea e arbustiva se apresente em maior quantidade na ribeira natural. Já a ribeira intervencionada apenas apresentam vegetação herbácea nas margens.

No que concerne à cobertura de vegetação dos taludes, todas as ribeiras em estudo apresentam vegetação herbácea, e vegetação herbácea e arbustiva, embora esta última tenha mais representatividade na ribeira natural. A cobertura de vegetação constituída por vegetação herbácea, arbustiva e arbórea ocorreu apenas na ribeira não intervencionada. No que à cobertura de vegetação do rasto concerne, verifica-se que todas as ribeiras apresentam vegetação herbácea (vd. figura 4.61).



**Figura 4.61** - Cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em troços de ribeiras pequenas: intervencionada e não intervencionada e de troços de ribeira natural

Relativamente à cobertura de vegetação nas margens, a maior variação de desvio padrão, registou-se nos troços de ribeira intervencionada para a situação só com herbáceas. Os troços de ribeiras, natural e não intervencionada, apresentaram a maior variação para a cobertura de vegetação herbácea e arbustiva e para a vegetação herbácea.

No que concerne à cobertura de vegetação nos taludes dos troços de ribeiras em análise, verifica-se que a maior variação de dados de desvio padrão se verificou na ribeira natural para troços com vegetação herbácea e arbustiva. Seguidamente, a maior variação registou-se em troços com vegetação herbácea na ribeira não intervencionada.

A variação de desvio padrão para a cobertura de vegetação do rasto foi idêntica para todas as ribeiras, apenas com variação de desvio padrão em troços com vegetação herbácea.

A figura 4.62 ilustra o aspeto geral da cobertura de vegetação nos troços de ribeiras pequenas natural, não intervencionada e intervencionada.

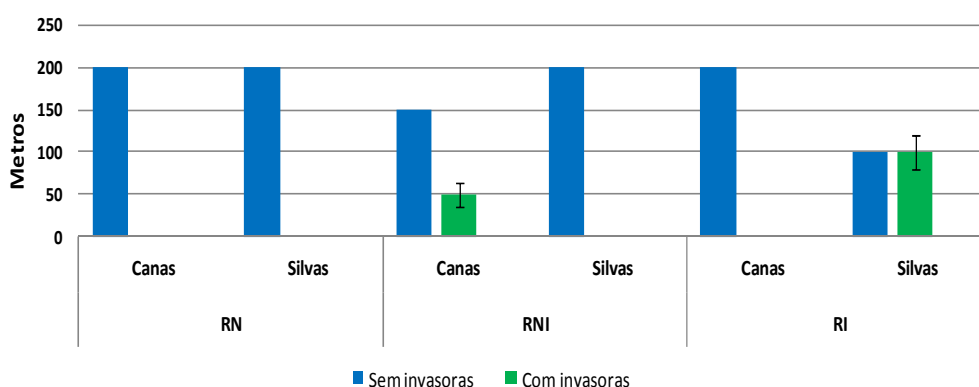


**Figura 4.62** - Vegetação das margens, taludes e rasto de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

#### b. Quantidade de Canas e de Silvas

Da análise ao gráfico 4.63, verifica-se que nos troços de ribeira não intervencionada verifica-se a existência de invasoras, mais concretamente canas, situação que não se verifica nos troços de ribeira intervencionada e natural onde não se observou a ocorrência de canas. Os troços de ribeira intervencionada foram os únicos onde se verificou a ocorrência de silvas.

No caso da ribeira natural não se registou a ocorrência de invasoras, quer de canas quer de silvas.



**Figura 4.63** - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeiras pequenas: intervencionada e não intervencionada e de troços de ribeira natural localizada fora da área do perímetro de Alqueva

Nos troços de ribeira não intervencionada foi onde se verificou variação de dados. Nos troços de ribeiras natural e não intervencionada não se registou a presença de espécies invasoras, logo sem variação de dados

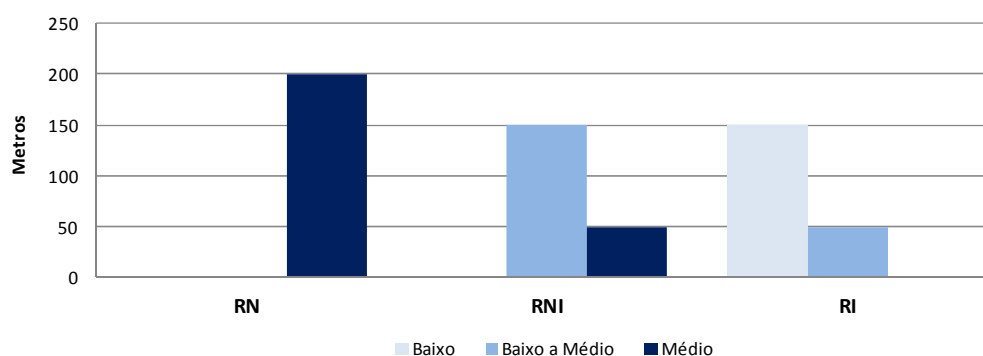
Na imagem 4.64 ilustram-se os troços de ribeiras natural e intervencionada onde se verifica a inexistência de canas e silvas, e um troço de ribeira não intervencionada onde é possível presenciar a ocorrência de canas.



**Figura 4.64** - Situação de invasoras nas margens, taludes e rasto de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

### c. Complexidade ripária

Da análise à complexidade ripária nos troços de ribeiras pequenas, verifica-se que todos os troços de ribeira natural apresentam complexidade ripária média, e que os troços analisados de ribeira não intervencionada apresentam complexidade ripária baixa a média e média. Nos troços de ribeiras intervencionadas, a complexidade ripária varia de baixa a baixa a média, tal como se constata na figura 4.65.



**Figura 4.65** - Complexidade ripária da galeria ripícola em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

A complexidade ripária é apresentada na figura 4.66.



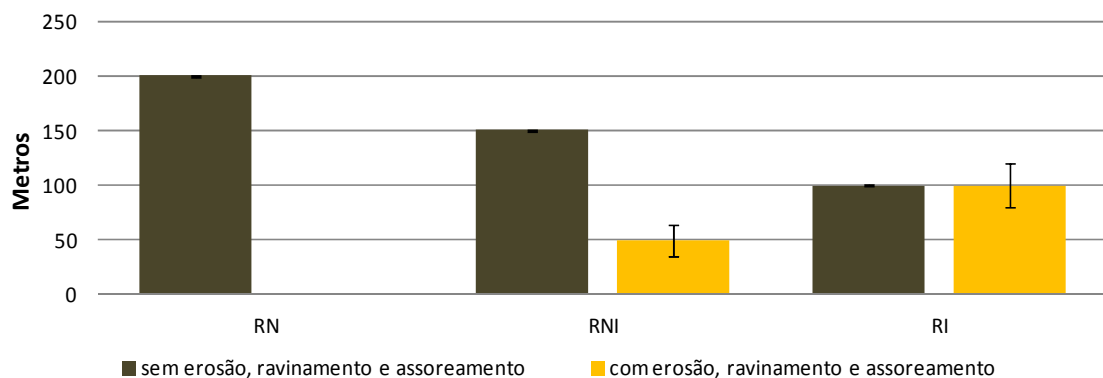


**Figura 4.66** - Complexidade ripáriada galeria ripícola em ribeiras, natural, não intervencionada e intervencionada

## I.2. Análise às Variáveis de Alteração Ripária

### a. Erosão, Ravinamento e Assoreamento

Pela análise do gráfico, verifica-se que à exceção dos troços de ribeira natural, todos os restantes troços apresentaram situações de erosão, ravinamento e assoreamento, sendo estas mais notórias no caso da ribeira intervencionada.



**Figura 4.67** - Erosão, ravinamento e assoreamento em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

A maior variação de desvio padrão, registou-se nos troços de ribeira intervencionada.

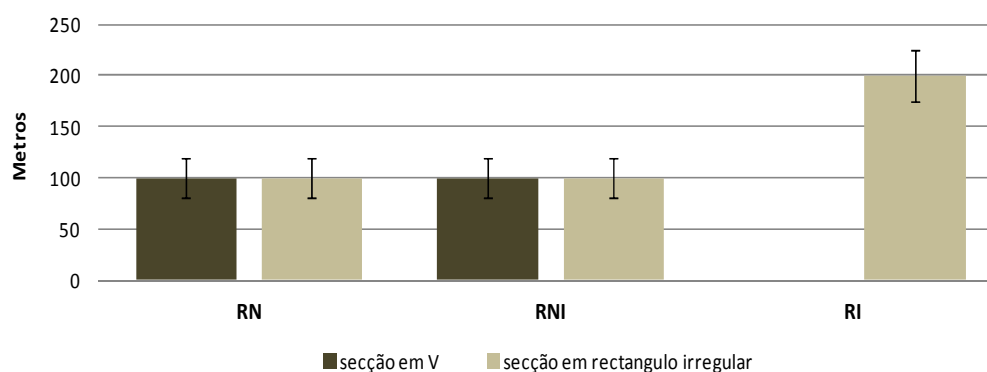
A figura 4.68 ilustra troços identificados em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.



**Figura 4.68** – Erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

#### b. Forma do canal

O gráfico 4.69 ilustra as formas do canal mais frequentes nos troços de ribeiras analisados. Da análise efetuada verifica-se que metade dos troços de ribeiras natural e não intervencionada apresentam secções com forma em V e que a outra metade apresenta secção com forma de retângulo irregular. Todos os troços de ribeira intervencionada apresentam forma de canal com secção de retângulo irregular.



**Figura 4.69** - Forma do canal em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

As maiores variações de dados de desvio padrão, ocorreram nos troços de ribeira intervencionada com secção de retângulo irregular. Nas ribeiras, natural e não intervencionada ocorreu o mesmo tipo de variação nos troços com secção em V e com secção de retângulo irregular.

A figura 4.70 ilustra a forma de canal existente nas ribeiras pequenas do perímetro do subsistema do Alqueva.

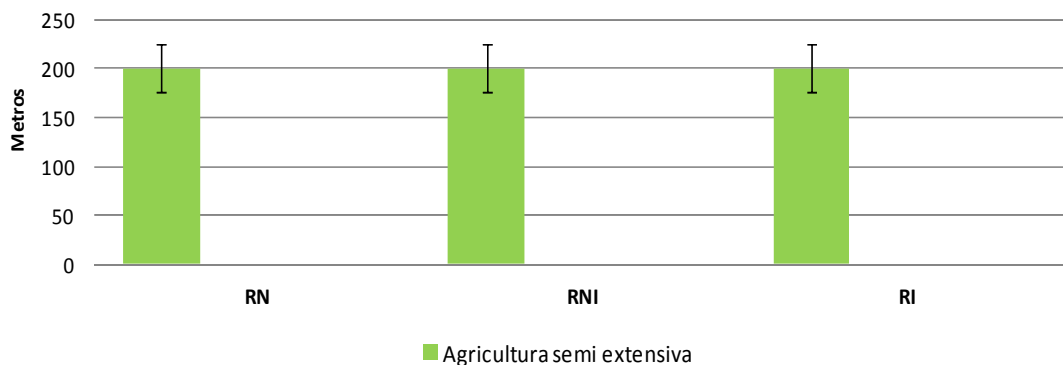




**Figura 4.70** - Forma de canal nas ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada, localizadas no perímetro de rega do subsistema Alqueva

### c. Ocupação Cultural

À semelhança do verificado para as ribeiras grandes do subsistema Alqueva também para todos os níveis de ribeiras pequenas se presenciou a prática agrícola em semi-extensivo, onde as parcelas contíguas aos cursos de água se encontram essencialmente ocupadas por culturas anuais.



**Figura 4.71** - Ocupação cultural nas margens de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

Todos os troços de ribeiras em estudo (RN, RNI e RI) apresentaram a mesma variação dos dados de desvio padrão, no que concerne ao tipo ocupação cultural.

Na figura 4.72 ilustram-se imagens de parcelas de terreno, contíguas às ribeiras, onde é visível a presença de culturas anuais.



**Figura 4.72** - Ocupação cultural das parcelas contíguas às ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

## II. Perímetro de Rega do Subsistema Pedrogão

Na **ribeira natural** pequena do perímetro do subsistema de Pedrogão (vd. imagem 4.73) de carácter temporário e onde o regime torrencial se acentua, surgem as formações arbustivas ou sub-arbóreas (tamargal ou tamujal), dominadas por duas ou três espécies, entre as quais loendros (*Nerium oleander*), tamujo (*Flueggea tinctoria*) e tamargueira (*Tamarix africana*). Entre as espécies representativas da comunidade herbácea, destaca-se a presença de juncos (*Scirpoides holoschoenus*), ranúnculo aquático (*Ranunculus peltatus*) e rabaça (*Oenanthe crocata*).



**Figura 4.73** - Vegetação presente na ribeira natural do perímetro do subsistema de Pedrogão

A ribeira pequena **não intervencionada (RNI)**, tal como ilustra a figura 4.74, encontra-se representada por comunidades de vegetação herbácea, sobretudo juncos (*Scirpoides holoschoenus*), arbustiva como canavial (*Arundo donax*) e arbóreas como o Choupo (*Populus nigra*).



**Figura 4.74** - Estratos e espécies de vegetação presente na ribeira não intervencionada do perímetro do subsistema de Pedrogão

No que concerne à **ribeira pequena intervencionada (RI)** localizada no perímetro do Pedrogão, esta caracteriza-se pela presença de espécies herbáceas e arbustivas nomeadamente silvas (*Rubus ulmifolius*) e canas (*Arundo donax*) e nos taludes caracterizam-se por vegetação herbácea nas margens (vd. figura 4.75).



**Figura 4.75** - Vegetação presente na ribeira intervencionada do perímetro do subsistema de Pedrogão

## II.1. Análise às Variáveis de Estrutura da Vegetação

### a. Cobertura da Vegetação nas Margens, taludes e rasto

Na figura 4.76 apresenta-se a variação da cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.

Nas margens dos troços de ribeira natural verifica-se a ocorrência de vegetação herbácea e de vegetação herbácea e arbustiva nas margens, enquanto na ribeira intervencionada apresenta apenas vegetação herbácea.

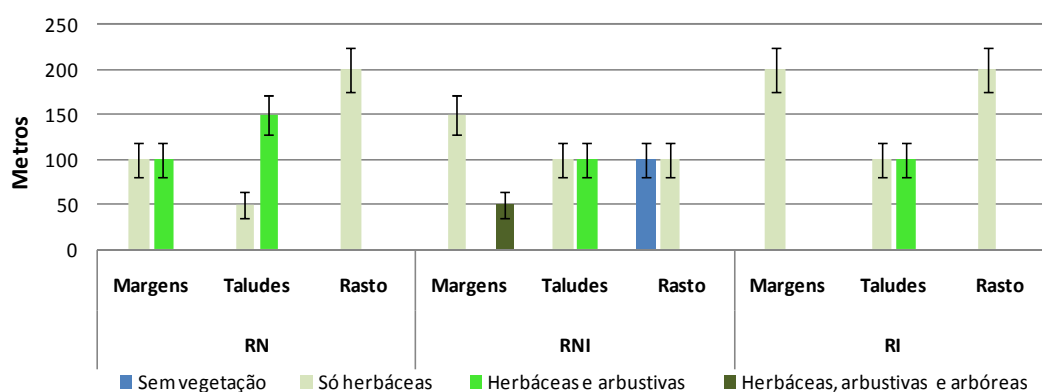
Maioritariamente os troços de ribeira não intervencionada apresentam vegetação herbácea e parcialmente vegetação herbácea, arbustiva e arbórea nas margens.

No que à vegetação dos taludes diz respeito, verifica-se que os troços de ribeiras analisados apresentam vegetação herbácea e vegetação herbácea e arbustiva nos taludes, verificando-se contudo que os taludes de ribeira natural apresentam mais troços com vegetação herbácea e arbustiva.

Relativamente à vegetação presente no rasto dos troços observados, verifica-se que os troços de ribeiras analisadas apresentam vegetação herbácea no rasto, verificando-se todavia, que nos troços de ribeira não intervencionada não ocorre vegetação no rasto.

**Conclusão/discussão:** o facto dos troços de ribeira natural apresentarem apenas vegetação herbácea nas margens resulta da pressão antrópica exercida nas parcelas de terreno envolvente a estes troços, onde a ocupação cultural do solo é feita por culturas anuais (agricultura em regime semi extensivo).

Face ao tipo de ocupação cultural do solo nas parcelas contíguas a ribeiras natural, não intervencionada e intervencionada, que se caracteriza de um modo geral por um regime semi extensivo (onde o solo é ocupado por culturas anuais de sequeiro), as margens destas ribeiras, contíguas às parcelas cultivadas, apresentam essencialmente vegetação herbácea nas margens.



**Figura 4.76** - Variação da cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em troços de ribeira: natural, não intervencionada e intervencionada

A maior variação de dados de desvio padrão no que às margens diz respeito ocorreu na ribeira intervencionada, para a cobertura de vegetação herbácea, seguindo-se os troços com vegetação herbácea de ribeira não intervencionada.

Relativamente à variação de desvio padrão dos taludes, verificou-se a mesma variação para as ribeiras não intervencionada e intervencionada e para a cobertura de vegetação no rasto, verificou-se variação semelhante para as ribeiras, natural e intervencionada (no que às vegetação herbácea concerne).

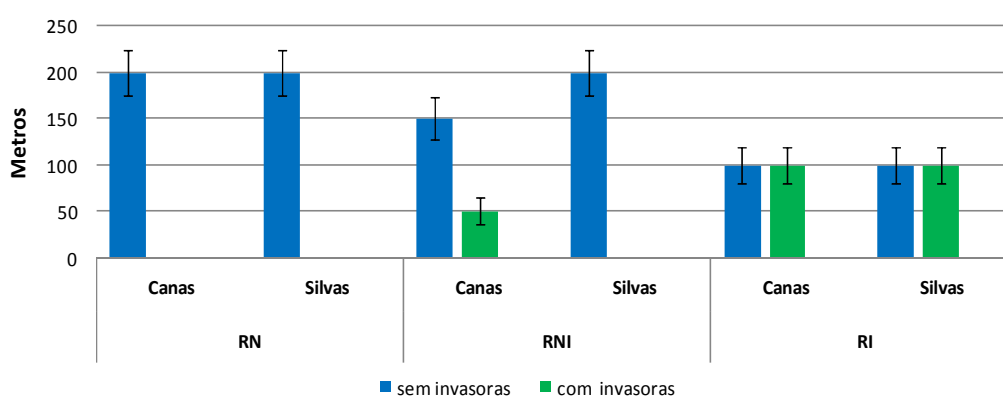
A cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto encontra-se evidenciada na figura 4.77.



**Figura 4.77** - Cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

#### b. Quantidade de Canas e de Silvas

Na figura 4.78 apresenta-se a variação da quantidade de canas e silvas nos troços de ribeiras, natural, não intervencionada e intervencionada. Nos troços de ribeira natural, não ocorrem invasoras, nem canas, nem silvas. Nos troços de ribeira não intervencionada, observa-se alguma quantidade de canas e nos troços de ribeira intervencionada observa-se alguma presença de canas e de silvas.



**Figura 4.78** - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeiras: intervencionada, não intervencionada e natural do subsistema Pedrogão

As maiores variações em termos de invasoras registaram-se nos troços de ribeira intervencionada onde ocorreram canas e silvas. Nos troços de ribeira não intervencionada apenas ocorreu variação de

dados nos troços com canas, mas mais pequena. Não se registou a presença de canas e de silvas em troço de ribeira natural, pelo que não ocorreu variação de desvio padrão.

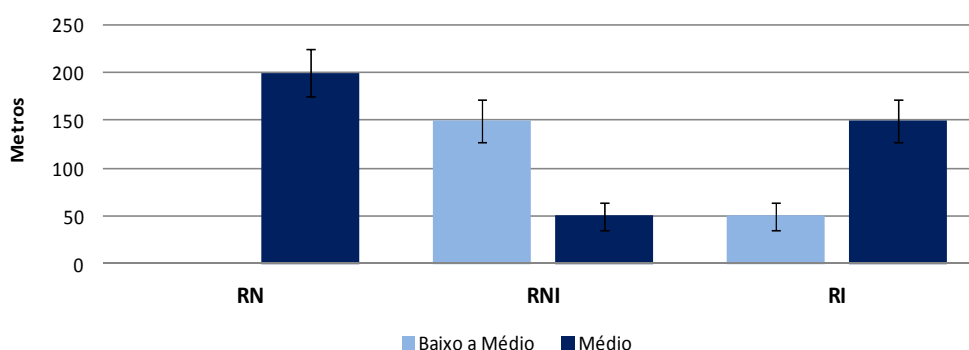
As imagens seguintes, relativas à figura 4.79, evidenciam o exposto na figura anterior.



**Figura 4.79** - Ponto de situação de invasoras presentes em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

### c. Complexidade Ripária

Na figura 4.80 apresenta-se a variação da complexidade ripária nos troços de ribeira natural, não intervencionada e intervencionada, onde se destaca a existência de uma complexidade ripária baixa a média, e média nas ribeiras, não intervencionada e intervencionada. Todos os troços de ribeira natural, apresentaram complexidade ripária média.



**Figura 4.80** - Complexidade ripária da galeria ripícola em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

Os troços de ribeira natural com complexidade ripária média foram os que apresentaram maior variação de dados. Relativamente aos troços de ribeiras não intervencionada e intervencionada as maiores variações de desvio padrão ocorreram em troços com complexidade ripária considerada baixa a média no caso de ribeira não intervencionada e, complexidade ripária média no caso de troços de ribeira intervencionada.



Na figura 4.81, apresenta-se troços das ribeiras do tipo natural, não intervencionada e intervencionada, onde é possível constatar a complexidade ripária presente.

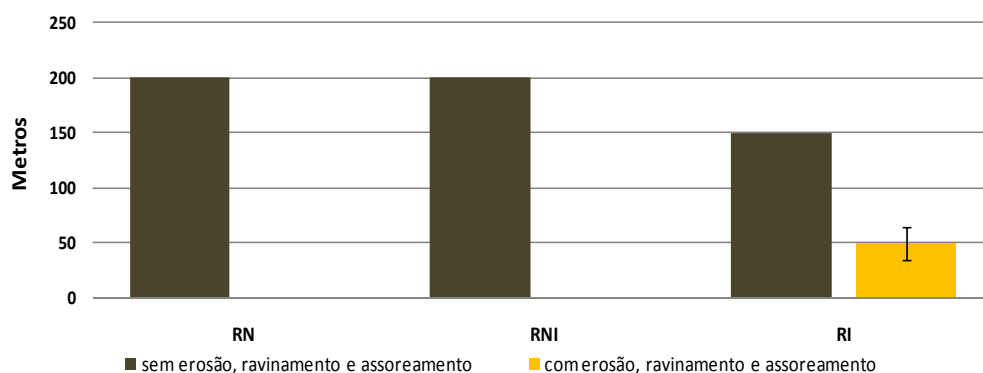


**Figura 4.81** - Complexidade ripária presente em troços de ribeiras: natural não intervencionada e intervencionada

## II.2. Análise às Variáveis de Alteração Ripária

### a. Erosão, Ravinamento e Assoreamento

De acordo com o observado na figura 4.82 constata-se apenas a existência de situações de erosão, ravinamento e assoreamento para a ribeira intervencionada, sendo também nesta onde ocorreu variação de desvio padrão.



**Figura 4.82** – Erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada no perímetro do subsistema do Pedrogão

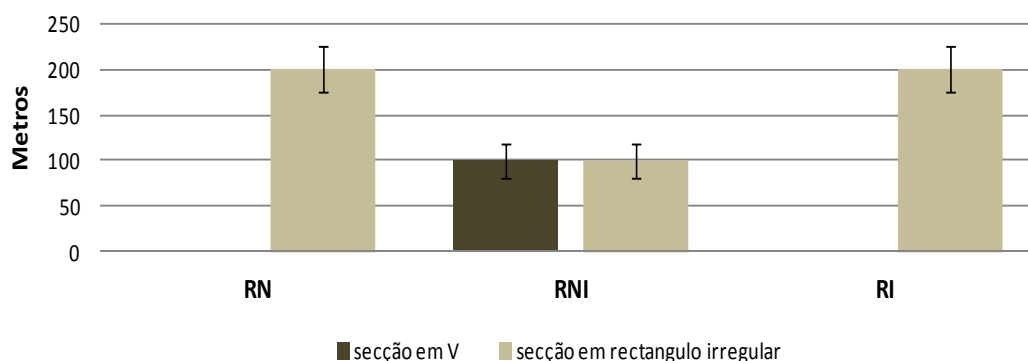
Na figura 4.83 apresentam-se imagens relativas aos troços de ribeiras em questão, onde é visível a inexistência de situações de erosão, ravinamento e assoreamento.



**Figura 4.83** - Troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada de ribeiras pequenas do subsistema de Pedrogão

#### b. Forma do canal

O gráfico 4.84 ilustra as formas do canal mais frequentes nos troços de ribeiras em estudo. Observa-se que nos troços de **ribeiras natural e intervencionada** apresentam forma do canal em secção de retângulo irregular, enquanto os troços de **ribeira não intervencionada** apresenta também forma do canal com secção em V.



**Figura 4.84** - Forma do canal em troços de ribeiras pequenos: intervencionada e não intervencionada e na ribeira natural

Para os troços de ribeiras, natural e intervencionada verificou-se que a maior variação de dados em termos de forma de canal foi semelhante. Para os troços de ribeira não intervencionada verificam-se variações de dados em troços de canal com secção em V e com secção em retângulo irregular.

A forma do canal de troços de ribeiras natural, não intervencionada e intervencionada encontra-se ilustrada na figura 4.85.



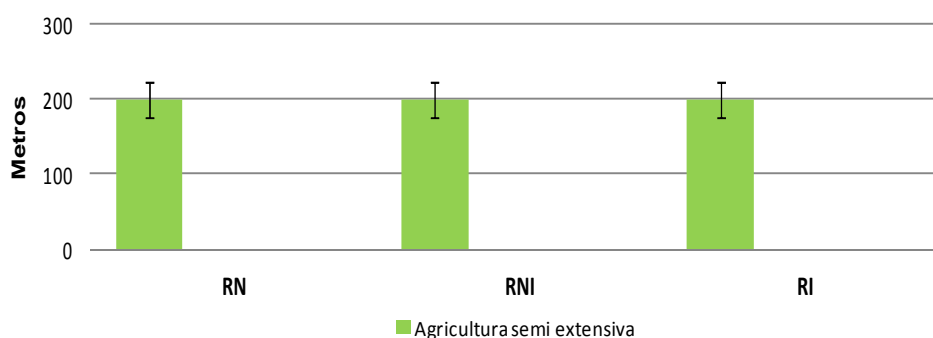


**Figura 4.85** - Forma do canal: troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

### c. Ocupação Cultural

À semelhança do verificado para as ribeiras pequenas do subsistema Alqueva, também para as ribeiras do subsistema do Pedrogão, se assiste à prática de agricultura em regime semi extensivo em todos os terrenos contíguos às ribeiras em estudo, onde as parcelas são agricultadas com este tipo de prática agrícola (ex: culturas anuais).

Na figura 4.86 apresenta-se a ocupação cultural das ribeiras.



**Figura 4.86** - Ocupação cultural dos troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

Todos os troços de ribeiras em estudo - natural, não intervencionada e intervencionada, apresentaram a mesma variação dos dados de desvio padrão, no que concerne ao tipo ocupação cultural.

Na figura 4.87 ilustram-se imagens de parcelas de terreno, contíguas às ribeiras, onde é visível a presença de culturas anuais.



**Figura 4.87** - Tipo de ocupação cultural nas margens de troços localizados em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada.

### III. Perímetro de Rega do Subsistema Ardila

De um modo global as **ribeiras pequenas** localizadas no perímetro do subsistema Ardila, correspondem na sua maioria pequenos a ribeiras sem expressão no terreno, e de escoamento preferencial.

Do ponto de vista da constituição das comunidades ripícolas, densidade e diversidade, são ribeiras onde as margens e taludes estão parcialmente colonizados por vegetação herbácea (como exemplo, tábuas) pontualmente arbustiva (loendros, silvas) e arbórea como choupos (*Populus nigra* e *Populus alba*) e freixos (*Fraxinus angustifolia*), embora estes não apresentem uma distribuição contínua.

Os troços de **ribeira natural (RN)** localizados mais a montante apresentam uma galeria descontínua de choupos (*Populus nigra*, *Populus alba*). Alguns sub-troços chegam a apresentar galerias contínuas que ultrapassam a centena de metros, com exemplares com mais de 30 m de altura. Apresentam todavia uma reduzida estratificação, com ocorrência de um sob-coberto pobre com silvas (*Rubus ulmifolius*) e alguns helófitos, como *Oenanthe crocata*, *Polygonum sp.*, *Chenopodium sp.* e *Typha angustifolia*, entre outros.

Nos sub-troços desprovidos de estrato arbóreo ou nos quais este apresenta um carácter mais esparso, o silvado (*Rubus ulmifolius*) torna-se mais denso e francamente dominante formando mesmo manchas mono específicas bastante altas que fecham sobre o curso de água. Noutros sub-troços nos quais ocorre ainda maior penetração de luz, por ausência de estrato arbóreo, são as silvas que apresentam maior cobertura com manchas contínuas de várias dezenas de metros.

Em geral, o estado de conservação desta linha de água considera-se reduzido, com ocorrência de alguns troços em mau estado (ausência de vegetação ou vegetação ruderal e nitrófila) e alguns em médio estado de conservação (galerias descontínuas de *Populus spp.*).

A ribeira natural (vd. figura 4.88) localizada na área do perímetro do subsistema do Ardila, caracteriza-se de um modo geral pela presença de vegetação de herbácea como tabuas (*Typha domingensis*) e juncos (*Scirpus holoschoe* L.), vegetação de porte arbustivo, mais concretamente pela presença de loendros (*Nerium oleander*) e silvas (*Rubus ulmifolius*) e vegetação de porte arbóreo como Choupos (*Populus alba*).



**Figura 4.88** - Estratos e espécies de vegetação presente na ribeira natural do subsistema do Ardila

Genericamente a **ribeira não intervencionada (RNI)** localizada no subsistema Ardila (vd. figura 4.89) apresenta manchas pontuais de vegetação constituída por espécies herbáceas (gramíneas) e arbustivas nomeadamente silvas (*Arundo donax*).



**Figura 4.89** - Estratos e espécies de vegetação presente na ribeira não intervencionada do perímetro do subsistema do Ardila

A **ribeira intervencionada (RI)** apresenta, tal como ilustrado na figura 4.90, vegetação herbácea e arbustiva nos taludes, nomeadamente tabuas (*Hype sp.*), salgueiro (*Salix alba*) e catapereiros (*Pyrus cordata*) observando-se a presença de vegetação herbácea como juncos (*Scirpus holoschoe* L.) no rasto da ribeira.



**Figura 4.90** - Estratos e espécies de vegetação presente na ribeira intervencionada do perímetro do subsistema do Ardila

### III.1. Análise às Variáveis de Estrutura da Vegetação

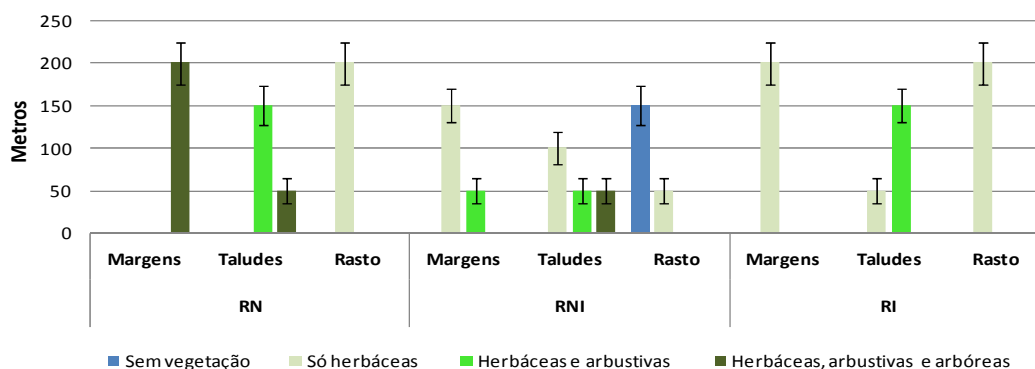
#### a. Cobertura da Vegetação nas margens, taludes e rasto

A figura 4.91 ilustra a variação da cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto de troços de ribeiras, natural, não intervencionada e intervencionada do perímetro do subsistema do Ardila.

Nas margens dos troços de ribeira natural, verifica-se a ocorrência de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, enquanto nos troços de ribeira não intervencionada é possível presenciar margens com vegetação herbácea e com vegetação herbácea e arbustiva. Já as margens dos troços de ribeira intervencionada, só apresentam vegetação herbácea.

Relativamente à vegetação nos taludes, verifica-se uma situação distinta nos troços dos níveis de ribeiras em estudo, ou seja, grande parte dos taludes de troços de ribeira natural verifica-se a presença de vegetação herbácea e arbustiva sendo também evidente a presença de troços com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea. No caso dos taludes de troços de ribeiras não intervencionada observa-se a situação de troços com vegetação herbácea, com vegetação herbácea e arbustiva e com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea. No que diz respeito aos taludes dos troços de ribeira intervencionada, é patente a presença de vegetação herbácea e arbustiva na maior parte dos troços, e de vegetação herbácea.

Quanto à vegetação no rasto, constata-se que os troços de ribeira natural e intervencionada apenas apresentam vegetação herbácea, situação que se observa também numa pequena extensão dos troços de ribeira não intervencionada, face à ausência de vegetação em troços analisados neste tipo de ribeira.



**Figura 4.91** - Variação da cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

No que à cobertura de vegetação das margens, diz respeito, os troços de ribeiras, natural e intervencionado apresentam a maior variação dos dados de desvio padrão, relativamente a troços com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea (caso da ribeira natural) e em troços com vegetação herbácea e arbustiva (caso da ribeira intervencionada). Nos troços de ribeira não intervencionada verifica-se variação em troços constituídos só por vegetação herbácea e nos troços constituídos por vegetação herbácea e arbustiva.

Relativamente à cobertura de vegetação nos taludes verifica-se que a maior variação se verifica nos troços de ribeira natural, com vegetação herbácea e arbustiva, seguindo-se os troços com vegetação herbácea nos taludes no caso de ribeira não intervencionada e de troços com vegetação herbácea e arbustiva no caso de ribeira intervencionada.

Para a situação da cobertura de vegetação no rasto, verifica-se que a maior variação de desvio padrão ocorreu nos troços de ribeira natural e intervencionada (taludes só com vegetação herbácea), onde o valor obtido também foi idêntico.

Na figura 4.92 é possível evidenciar a cobertura da vegetação presente nas margens, taludes e rasto nos troços de ribeiras, natural, não intervencionada e intervencionada.

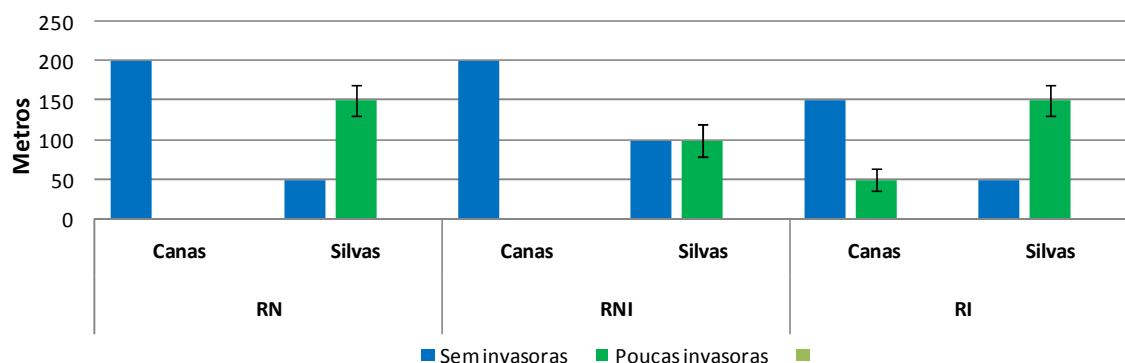


**Figura 4.92** - Cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada



### b. Quantidade de Canas e de Silvas

De acordo com a figura 4.93 verifica-se que os troços de ribeira natural apresentam silvas, assim como os troços de ribeiras, não intervencionada e intervencionada. A situação de invasoras exóticas foi patente na ribeira intervencionada.



**Figura 4.93** - Quantidade de canas e de silvas em troços de ribeiras pequenos: intervencionada e não intervencionada e de ribeira natural no perímetro do subsistema Ardila

Para as situações de ocorrência de silvas, constata-se uma variação de desvio padrão maior para ribeiras natural e não intervencionada. A nível de canas a única variação presenciou-se na ribeira intervencionada.

A figura 4.94 ilustra algumas imagens da situação relativa à quantidade e espécies de invasoras presentes nos troços de ribeiras, natural, não intervencionada e intervencionada.

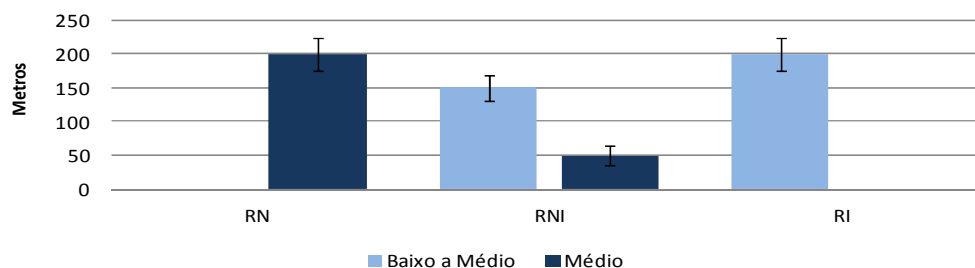


**Figura 4.94** - Quantidade de invasoras em troços de ribeiras pequenas localizados em cursos de água naturais, não intervencionados e intervencionados

### c. Complexidade Ripária

Na figura 4.95 apresenta-se a complexidade ripária dos troços de ribeiras em estudo. Pela análise ao gráfico, conclui-se que todos os troços de ribeira natural apresentam uma complexidade ripária média e que os troços de ribeira intervencionada apresentam uma complexidade ripária, de baixo a

médio. Por outro lado, os troços de ribeira não intervencionada apresentam maioritariamente complexidade ripária baixa a média, e complexidade ripária média.



**Figura 4.95** - Complexidade ripária da galeria ripícola em troços de ribeiras, natural, não intervencionados e intervencionados

Relativamente às variações de desvio padrão, as maiores variações registaram-se em troços com complexidade ripária médio para o caso de ribeira natural e em troços com complexidade ripária baixo a médio, para o caso da ribeira não intervencionada.

A figura 4.96 exemplifica a complexidade ripária das ribeiras estudadas.

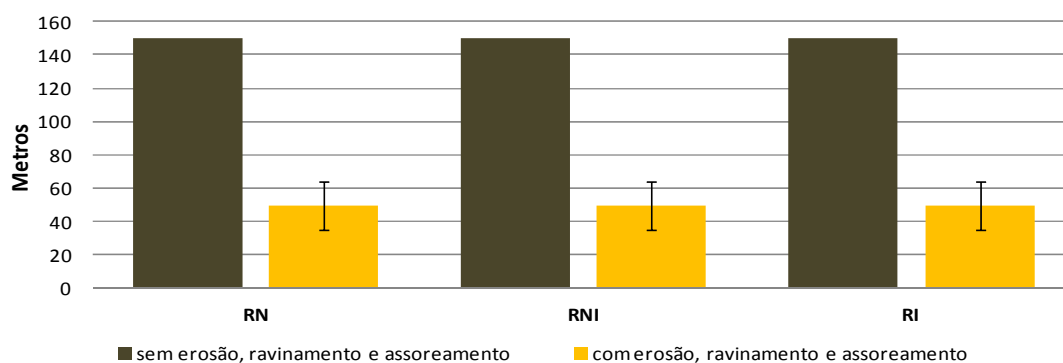


**Figura 4.96** - Complexidade ripária da galeria ripícola em troços de ribeiras, natural, não intervencionada e intervencionada

### III.2. Análise às Variáveis de Alteração Ripária

#### a. Erosão, Ravinamento e Assoreamento

Na figura 4.97 apresenta-se o estado de situação dos troços, em termos de erosão, ravinamento e assoreamento para as ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada. Da análise efetuada verifica-se situações de erosão, ravinamento e assoreamento em todos os níveis de ribeiras.



**Figura 4.97** – Erosão, ravinamento e assoreamento de troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

Em termos de variação de desvio padrão, ocorreu a mesma variação em todas os troços de ribeiras analisadas.

Na figura 4.98 apresenta-se o estado dos troços de ribeiras natural, não intervencionada e intervencionada em termos de situações de erosão, ravinamento e assoreamento presente.

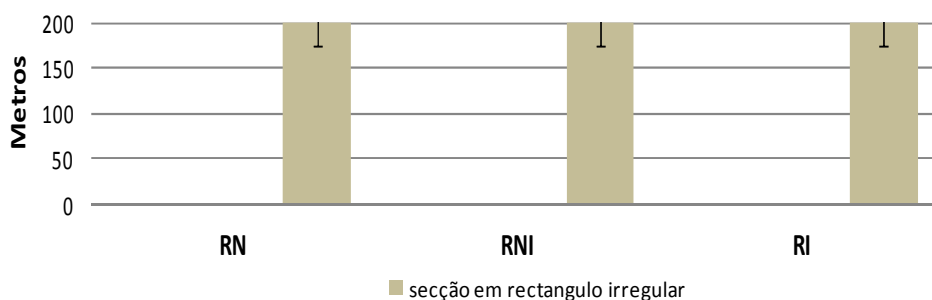


**Figura 4.98** - Troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

#### b. Forma do canal

Na figura 4.99, apresenta-se a forma do canal patente nos troços de ribeiras analisados, evidenciando-se que todos os troços de ribeiras, natural, não intervencionada e intervencionada apresentam secção em retângulo irregular, observando-se igualmente uma variação de desvio padrão idêntica nos troços de ribeira em análise.





**Figura 4.99** - Forma do canal em troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

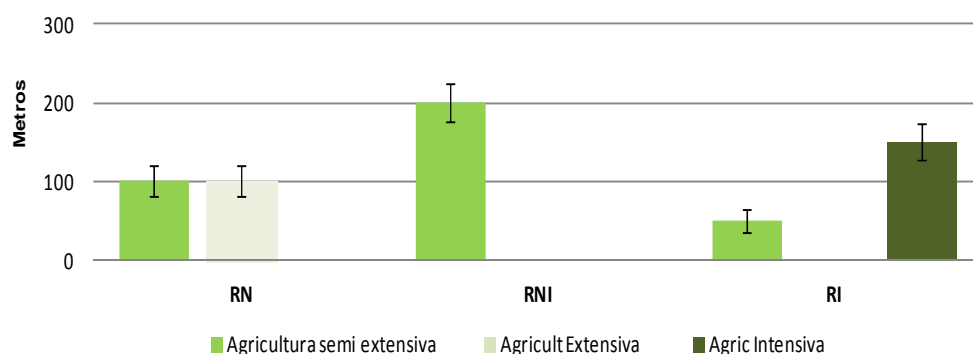
O tipo de secção presente para os três níveis de ribeiras, encontra-se ilustrado nas imagens da figura 4.100.



**Figura 4.100** – Aspecto geral da forma do canal em troços de ribeiras: natural e agrícolas (não intervencionada e intervencionada)

### c. Ocupação Cultural

O tipo de agricultura praticado nos terrenos agrícolas contíguos aos troços de ribeiras, natural, não intervencionada e intervencionada é apresentado na figura 4.100. De acordo com a análise efetuada verifica-se que as parcelas de terreno junto a troços de ribeira natural apresentam regime agrícola extensivo e semi-extensivo. No que concerne às parcelas de terreno localizadas junto a troço de ribeira não intervencionada verifica-se que existe um regime agrícola semi extensivo (sendo ocupada as parcelas por culturas anuais). As parcelas de terreno, localizadas junto a troços de ribeira intervencionada, são na sua maioria agricultados por culturas em regime intensivo (ex: como olivais).



**Figura 4.101** – Ocupação cultural dos terrenos localizados junto a troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

No que concerne à variação dos dados de desvio padrão, a maior variação registou-se na ribeira não intervencionada, seguindo-se a ribeira intervencionada.

Na figura 4.102 ilustram-se imagens de parcelas de terreno, contíguas às ribeiras, onde é visível a presença de culturas anuais e de montado (no caso da ribeira natural).



**Figura 4.102** - Agricultura praticada nas parcelas de terreno localizado junto a troços de ribeiras: natural, não intervencionada e intervencionada

#### 4.3.2.2 Análise às médias, máximos e mínimos

##### I. Variáveis de estrutura da vegetação

##### a. Cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto

Os resultados para a variabilidade da cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto em ribeiras revelam que, as ribeiras naturais do perímetro do Ardila foram as que apresentaram maiores valores de mediana para a cobertura de vegetação nas margens (mediana de 3, ou seja, com 3 estratos de vegetação: herbácea, arbustiva e arbórea) e o maior valor de máxima para a cobertura de vegetação dos taludes (com máximo de 3), embora o valor mediano fosse idêntico para todas as ribeiras naturais (mediana de 2, correspondente a vegetação herbácea e arbustiva). Todas as ribeiras

naturais em estudo apresentaram o mesmo valor mediano, de 1 (vegetação herbácea) para o caso da cobertura de vegetação do rasto.

Relativamente às ribeiras não intervencionadas, a cobertura de vegetação das margens apresentou um valor mediano de 1 (vegetação herbácea), embora também apresente valores com uma máxima de 2 (correspondentes a vegetação herbácea e arbustiva) em troços de ribeira nos perímetros de rega dos subsistemas Alqueva e Ardila.

Todos os troços de ribeiras analisados apresentam valor mediano de 1 (vegetação herbácea) para o caso da cobertura de vegetação no rasto.

A cobertura de vegetação das margens evidenciou para todas as ribeiras não intervencionadas um valor mediano de 1, correspondente a vegetação herbácea, embora se tenham obtido valores de máxima de 3 (vegetação herbácea, arbustiva e arbórea) em troços de ribeiras localizadas no perímetro do Pedrogão, e de máxima de 2 em troços de ribeiras dos perímetros dos subsistemas do Alqueva e do Ardila.

O valor mediano mais elevado para cobertura de vegetação dos taludes, foi obtido para o caso dos troços de ribeiras não intervencionadas localizadas nos perímetros de rega do Alqueva e do Ardila com um valor de máxima de 3 (correspondente a situações de troços com vegetação herbácea, arbustiva e arbórea), já para os troços do perímetro do subsistema do Pedrogão, o valor de mediana foi de 2 (vegetação herbácea e arbustiva).

As ribeiras localizadas no perímetro do subsistema Alqueva apresentam valores de mediana de 1 (1 estrato de vegetação herbácea) para a cobertura de vegetação no rasto em oposição ao valor apresentado pela ribeira do Ardila onde a mediana foi zero (sem vegetação), embora também para esta ribeira se tivesse obtido também um valor máximo de 1. Os troços de ribeira do perímetro do subsistema do Pedrogão também evidenciaram valores de máxima de 1 (ou seja, só vegetação herbácea).

No que às ribeiras intervencionadas diz respeito, todas as ribeiras apresentaram igual valor mediano para a cobertura de vegetação das margens e do rasto (mediana de 1, ou seja, vegetação herbácea), no entanto, para a cobertura de vegetação dos taludes, obteve-se valor mediano de 2 no caso de troços de ribeira do subsistema Ardila.

**b. Quantidade de canas e de silvas**

No que à quantidade de invasoras concerne, verifica-se que as ribeiras naturais localizadas no subsistema de rega do Ardila, são as únicas que apresentam silvas (mediana de 1). No que à quantidade de canas diz respeito, nenhuma das ribeiras naturais apresenta canas (mediana de 0).

Nas ribeiras não intervencionadas apenas se verificou a presença de silvas nas ribeiras localizadas no subsistema de rega do Ardila. Todavia existem registos pontuais de canas na ribeira não intervencionada do subsistema de rega de Alqueva (máxima de 1).

Relativamente às ribeiras intervencionadas, verifica-se a ocorrência pontual de canas na ribeira localizada no perímetro do subsistema de Pedrogão, tendo-se registado a presença de silvas em troços do subsistema do Ardila e se terem registado também situações de silvas em troços de ribeiras localizadas nos subsistemas do Alqueva e do Pedrogão.

**c. Complexidade Ripária**

Relativamente à complexidade ripária verifica-se que todas as ribeiras naturais em estudo apresentaram um valor de média de 2 (complexidade ripária média).

Todas as ribeiras não intervencionadas apresentaram o mesmo valor mediano (de 1, ou seja, baixo a médio), todavia registaram-se também valores de máxima de 2 (complexidade ripária média) nalguns dos troços estudados em cada um dos subsistemas.

As ribeiras intervencionadas apresentaram valor mediano de 0 (complexidade ripária baixa) nos troços de ribeiras localizadas nos perímetros dos subsistemas do Alqueva e Pedrogão, embora se tenha também obtido valor máximo de 1 nalguns troços destes perímetros. Por outro lado, os troços de ribeiras localizadas no subsistema do Ardila, apresentaram valor mediano mais elevado (de 1, ou seja baixo a médio).

**II. Variáveis de Alteração Ripária****a. Erosão/ravinamento e assoreamento**

Nas ribeiras naturais verificaram-se situações de erosão, ravinamento e assoreamento apenas em situações pontuais em troços de ribeira do subsistema do Ardila (registo de valor máximo de 1).

Nas ribeiras não intervencionadas, pese embora os valores de mediana obtidos (de 0) correspondam à ausência de situações de erosão, ravinamento e assoreamento, obtiveram-se valores de máxima de 1 (para o Alqueva e Ardila).

Todas as ribeiras intervencionadas apresentaram uma variação semelhante em todos os subsistemas, ou seja, com valores de máximo de 1, o que corresponde a situações de erosão, ravinamento e assoreamento.

#### **b. Ocupação cultural**

A ocupação cultural das parcelas envolventes às ribeiras naturais localizadas nos subsistemas de Alqueva e de Pedrogão caracterizam-se pela existência de agricultura em regime semi extensivo (mediana de 2), situação que contrasta com o observado nas parcelas do Ardila onde se registou também a existência da prática agrícola em regime extensivo em parcelas localizadas junto a troços estudados (valor de máxima de 3).

No que às ribeiras não intervencionadas diz respeito, todas os troços de ribeiras estudados apresentam valor mediano de 2 (semi- extensiva).

No que concerne ao tipo de ocupação cultural existente, nas parcelas envolventes às ribeiras intervencionadas, verifica-se que os troços de ribeiras dos subsistemas de Alqueva e de Pedrogão apresentam valor mediano de 2 (semi-extensivo) e que alguns troços de ribeira do perímetro de rega do Ardila apresentam valor mediano de 1 (intensivo).

#### **c. Forma do canal**

A forma do canal em secção em retângulo irregular (mediana de 3) foi a registada nas ribeiras naturais localizadas nos perímetros de rega de Pedrogão e do Ardila. Já a ribeira natural do Alqueva apresentou nos troços amostrados, uma forma de canal em secção V (mediana de 2), e em secção em retângulo irregular (mediana de 3).

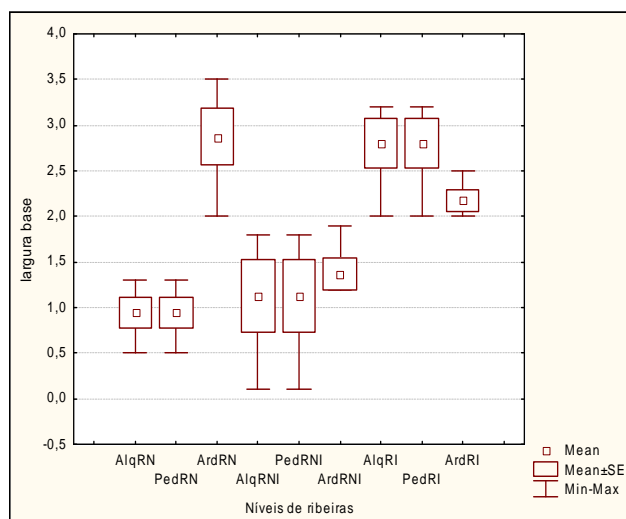
A ribeira não intervencionada localizada no perímetro do subsistema Ardila foi a que apresentou o valor mais elevado de mediana (3) correspondente a ribeira com forma do canal em secção de retângulo irregular, enquanto as ribeiras localizadas nos perímetros dos subsistemas de Alqueva e do Pedrogão apresentaram uma forma do canal em secção em quadrado (mediana de 2).

Todas as ribeiras intervencionadas exibiram semelhante valor de forma do canal, ou seja, todas as ribeiras apresentaram secção de retângulo irregular (mediana de 3).

### III. Variáveis de Estrutura Morfológica

#### a. Largura da base

A figura 4.103 ilustra a variação da média, máximo e mínimo, relativa à largura da base em ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas).



**Figura 4.103** - Variação da largura da base entre ribeiras: naturais (Alq RN; Ped RN e Ard RN) e ribeiras agrícolas não intervencionadas (Alq RNI; Ped RNI e Ard RNI) e ribeiras intervencionadas (Alq. RI, Ped. RI e Ard. RI).

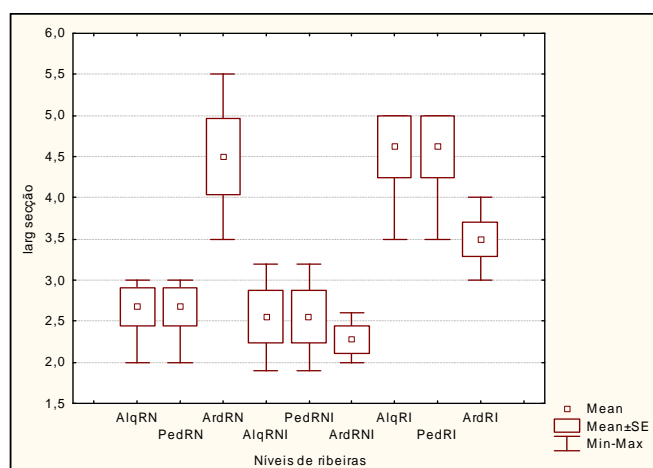
A ribeira natural localizada no subsistema do Ardila foi a que apresentou maior largura da base (média de 2,9 metros), em oposição às ribeiras naturais localizadas nos subsistemas do Alqueva e do Pedrogão, onde a média da largura da base foi de 1 metro.

No que concerne às ribeiras não intervencionadas, a maior largura de base observou-se na ribeira localizada no subsistema de rega do Ardila (com uma média de 1,4 metros).

Foi nas ribeiras intervencionadas localizadas nos perímetros de rega do Alqueva e do Pedrogão que se registou a maior de largura de base (com uma média de 2,8 metros).

#### b. Largura da secção

A figura 4.104 ilustra a variação de largura da secção em ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) localizadas nos perímetros dos subsistemas do Alqueva, Pedrogão e Ardila.



**Figura 4.104** - Variação da largura da secção entre ribeiras naturais (Alq RN; Ped RN e Ard RN) ribeiras agrícolas não intervencionadas (Alq RNI; Ped RNI e Ard RNI) e ribeiras intervencionadas (Alq. RI, Ped. RI e Ard. RI).

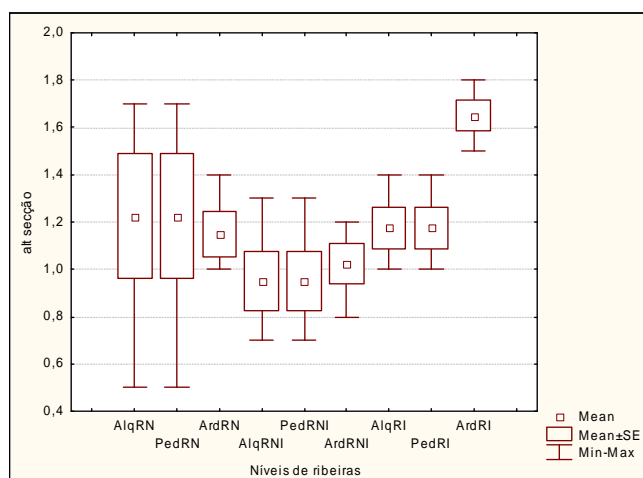
À semelhança do registado para a largura da base na ribeira natural localizada no perímetro de rega subsistema do Ardila, também a largura da secção nesta ribeira foi a que apresentou maior valor de média (com 4,5 metros de largura).

Foram as ribeiras não intervencionadas dos perímetros dos subsistemas de Alqueva e de Pedrogão que apresentaram maior valor de largura da secção (com 2,6 metros de largura).

Nas ribeiras intervencionadas à semelhança do sucedido para a variável de largura da base, foi também nas ribeiras dos perímetros dos subsistemas de Alqueva e de Pedrogão (com um valor médio de 4,6 metros) que se verificou a maior largura da secção.

### c. Altura da secção

Na figura 4.105 apresenta-se a variação da altura da secção entre as ribeiras naturais e ribeiras agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas).



**Figura 4.105** - Variação da altura da secção entre ribeiras naturais (Alq RN; Ped RN e Ard RN) e ribeiras agrícolas não intervencionadas (Alq RNI; Ped RNI e Ard RNI) e ribeiras intervencionadas (Alq. RI, Ped. RI e Ard. RI).

Todas as ribeiras naturais e não intervencionadas em estudo apresentaram o mesmo valor médio de altura da secção, de 1,2 metros para ribeiras naturais e com 1 metro para ribeiras não intervencionadas, respetivamente. A ribeira intervencionada localizada no perímetro do subsistema Ardila foi a que apresentou maior altura da secção (com um valor médio de 1,7 metros).

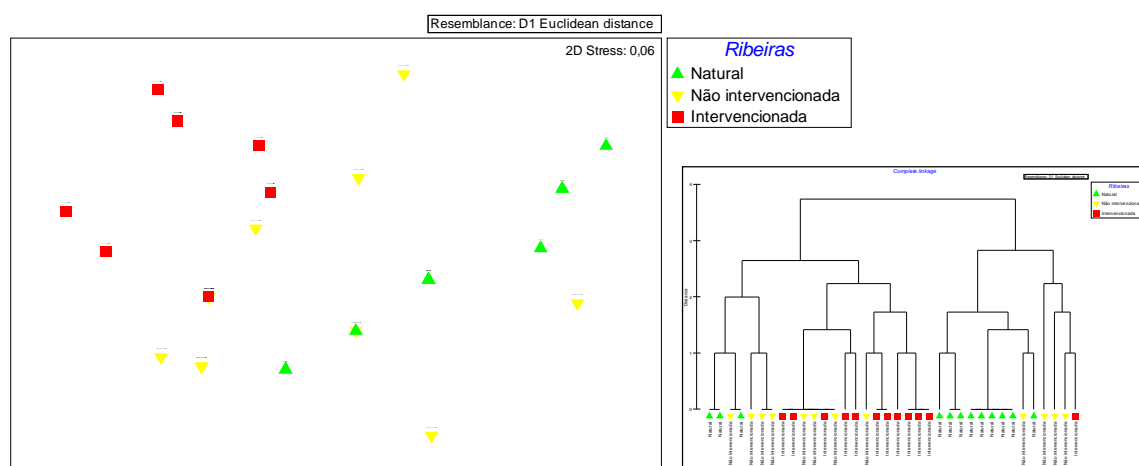
#### 4.3.2.3 Análise Multivariada

Seguidamente apresentam-se os resultados obtidos no âmbito da análise estatística multivariada para as variáveis de estrutura da vegetação, para o total de 72 troços de ribeiras analisadas (24 troços de ribeiras naturais e 48 troços de ribeiras agrícolas – 24 troços de ribeiras não intervencionadas e 24 troços de ribeiras intervencionadas).

##### I. Variáveis de Estrutura da Vegetação

A imagem 4.106 ilustra o resultado obtido pela análise multivariada efetuada a variáveis de vegetação em ribeiras pequenas naturais, não intervencionadas e intervencionadas, localizadas nos perímetros dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila.

De acordo com o apresentado na figura, as ribeiras naturais distinguem-se das ribeiras agrícolas, evidenciando uma boa diferenciação espacial associada a um valor de *stress* de 0,06 (representando um ajustamento adequado entre as distâncias reais e as distâncias nos eixos).



**Figura 4.106** - MDS e Cluster para as variáveis de estrutura da vegetação nos três subsistemas, com sobreposição dos troços

Com o objetivo de analisar estatisticamente a significância de diferenças entre os grupos visualizados na MDS, foi efetuado um teste multivariado de concordância de Kendall (ANOSIM) entre grupos. Este tipo de teste é semelhante a uma análise variância mas de cariz não paramétrico, e pretende testar a veracidade da hipótese nula de não haver diferenças entre grupos. Exploraram-se as diferentes comparações entre pares de grupos de acordo com o respetivo valor de R associado.



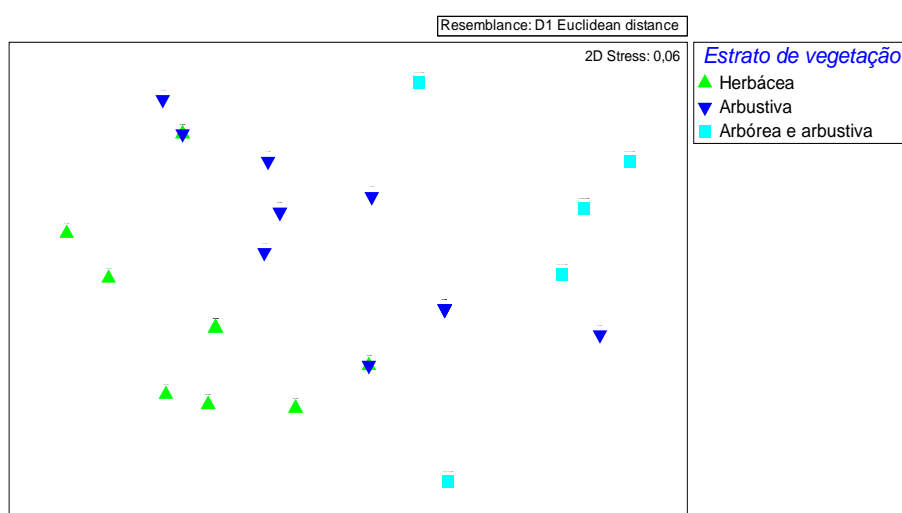
No entanto a nível dos resultados obtidos pela análise ANOSIM ( $R=0,431$  e  $p=0,1\%$ ), verifica-se que existem diferenças entre ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas, embora pouco distintas ( $0,25 < R < 0,50$ ) estas diferenças são significativas ( $p=0,1$ ).

Na tabela 4.10, pode observar-se os resultados obtidos para entre os níveis de ribeiras, onde se constata que as maiores diferenças a nível de variáveis de estrutura da vegetação ocorreram entre as ribeiras natural e intervencionada ( $R > 0,75$ ).

**Tabela 4.10** - Resultado para o R e p entre níveis de ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas)

	R	p (%)	Observações
<b>Natural vs. não intervencionada</b>	0,302	0,2	$0,25 < R < 0,50$ Ribeiras pouco distintas, e sem diferenças significativas ( $p > 0,1$ )
<b>Natural vs. intervencionada</b>	0,765	0,1	$R > 0,75$ Ribeiras claramente distintas, estando estas diferenças provadas ( $p = 0,1\%$ )
<b>Não intervencionada vs. intervencionada</b>	0,187	0,3	$R < 0,25$ não existe diferenciação entre ribeiras, não estando esta distinção provada ( $p > 0,1$ )

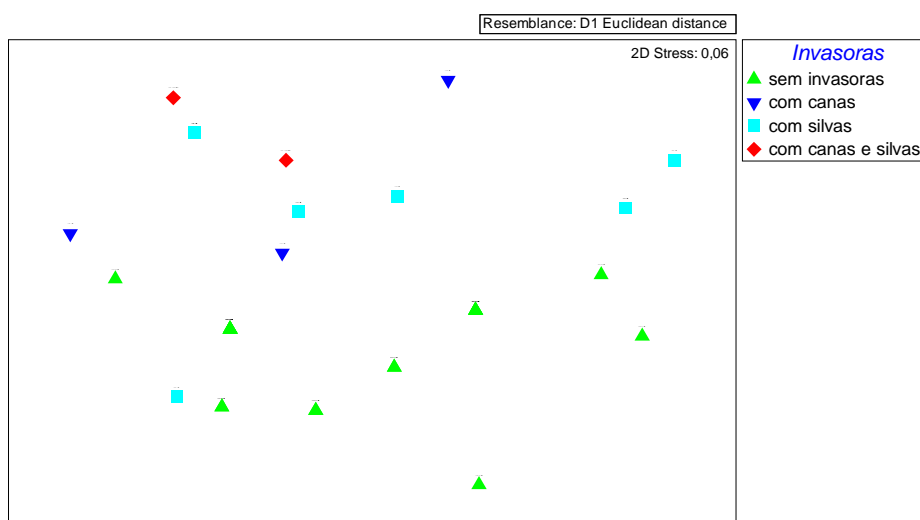
Relativamente aos estratos de vegetação dominante, verifica-se através da figura 4.107 que as ribeiras agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) apresentam sobretudo vegetação herbácea e arbustiva e pontualmente ocorrem exemplares de porte arbóreo para o caso das ribeiras não intervencionadas. As ribeiras naturais são essencialmente ocupadas por vegetação de porte arbustivo e arbóreo, com vegetação herbácea a cobrir as margens, taludes e rasto.



**Figura 4.107** - MDS e Cluster para variáveis de estratos de vegetação dominante nos três subsistemas, com sobreposição dos troços

No que concerne à vegetação invasora presente, pode-se constatar através da figura 4.108 que as ribeiras naturais apresentam apenas situações pontuais de ocorrência de silvas, caracterizando-se maioritariamente pela presença ausência de vegetação invasora.

No que às ribeiras não intervencionadas diz respeito verifica-se a existência de troços com canas e silvas, embora também existam alguns troços sem estas comunidades. Por outro lado, as ribeiras intervencionadas caracterizam-se maioritariamente pela presença de vegetação invasora, quer de forma isolada quer conjunta.

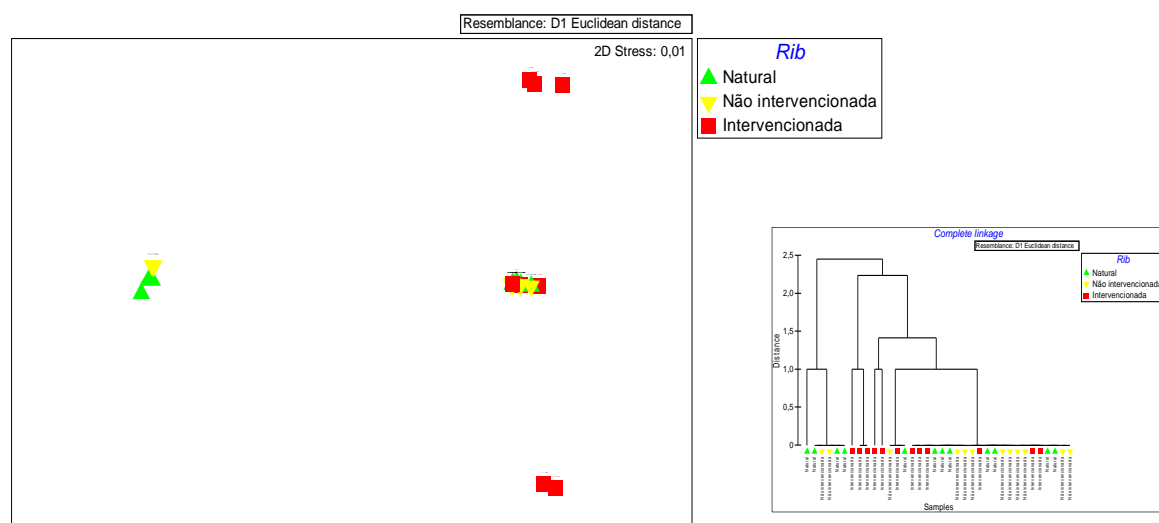


**Figura 4.108** - MDS e Cluster para situação de invasoras, nos três subsistemas de Alqueva, Pedrógão e Ardila, com sobreposição dos troços

Pode-se concluir no âmbito da análise multivariada para as variáveis de vegetação que os resultados evidenciam deste modo grupos de ribeiras bastante coesos, expressando sobretudo um distanciamento bastante coerente, entre ribeiras naturais e ribeiras intervencionadas.

## II. Variáveis de alteração ripária

Relativamente aos resultados obtidos no âmbito da análise multivariada, conclui-se que existe uma boa distinção entre as ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas (valor de *stress* de 0,01), ou seja, as distâncias reais e as distâncias nos eixos encontram-se bem ajustadas, tal como se pode comprovar na figura 4.109.



**Figura 4.109** - MDS e Cluster para as variáveis de alteração ripária nos três subsistemas de Alqueva, Pedrógão e Ardila, com sobreposição dos troços

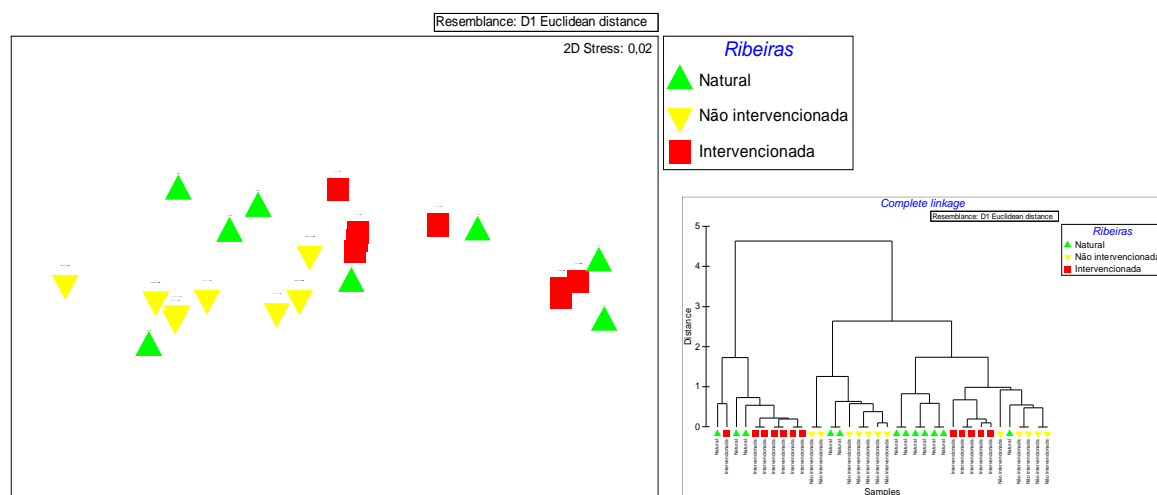
Para efeitos de análise estatística da significância de diferenças entre os grupos visualizados na MDS, procedeu-se ao teste multivariado de similaridade ANOSIM, entre grupos. De acordo com o resultado obtido verifica-se que entre as ribeiras naturais e ribeiras agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) e entre as ribeiras intervencionada e não intervencionada, também não existe diferenciação ( $R$  pequeno,  $R=0,023$ ), sendo que esta diferenciação também não é significativa e “não provada” ( $p=19,1\%$  ou seja  $p>0,1$ ). Na tabela 4.11 apresenta-se o resultado obtido para o  $R$  e  $p$  entre cada nível de ribeiras.

**Tabela 4.11** – Valor para  $R$  e  $p$  nas variáveis de alteração ripária

Ribeiras	$R$	$p$ (%)	Observações
Natural vs. Não intervencionada	-0,014	74,8	$R<0,25$ não existe diferenciação entre ribeiras, e $p>0,1$ (diferenças não são significativas, ou seja “não provadas”)
Natural vs. Intervencionada	-0,073	8,5	
Natural vs. Intervencionada	0,016	25,9	

### III. Variáveis de estrutura morfológica

A figura 4.110 ilustra o resultado obtido pela análise multivariada efetuada a nível das variáveis de estrutura morfológica, entre ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas), localizadas nos perímetros dos subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila. Verifica-se um bom ajustamento nos resultados obtidos (*stress* de 0,02), demonstrando que as ribeiras naturais distinguem-se claramente das ribeiras não intervencionadas e das intervencionadas, no que concerne a variáveis associadas à estrutura morfológica.



**Figura 4.110** - MDS e Cluster para as variáveis de estrutura morfológica nos três subsistemas de Alqueva, Pedrógão e Ardila, com sobreposição dos troços

Com o objetivo de analisar estatisticamente a significância de diferenças entre os grupos visualizados na MDS, procedeu-se ao teste multivariado de similaridade ANOSIM, entre grupos. De acordo com o resultado, verifica-se que entre as ribeiras naturais e ribeiras agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) e entre ribeiras não intervencionadas e ribeiras intervencionadas, se obtiveram diferenças pequenas, ou seja, as ribeiras são pouco distintas ( $0,25 < R < 0,50$ ) embora esta distinção esteja comprovada ( $p$  grande,  $p=0,1\%$ ).

Na tabela 4.12 expressam-se os resultados obtidos entre níveis de ribeiras. De acordo com os mesmos, verifica-se que a diferença mais evidente e significativa, ocorreu entre ribeiras não intervencionada e intervencionada.

**Tabela 4.12** - Resultado do R e p para variáveis de estrutura morfológica

	R	p (%)	Observações
<b>Natural vs.não intervencionada</b>	0,094	5,6	Não existe diferenciação entre ribeiras, não estando esta distinção provadas ( $R < 0,25$ e $p > 0,1$ )
<b>Natural vs.intervencionada</b>	0,258	1,2	Ribeiras pouco distintas, e sem diferenças significativas ( $0,25 < R < 0,50$ e $p > 0,1$ )
<b>Não intervencionada vs.intervencionada</b>	0,651	0,1	Ribeiras algo sobrepostas, mas distintas e esta distinção comprova-se ( $0,50 < R < 0,75$ e $p = 0,1$ )

#### 4.3.2.4 Análise Comparativa: Discussão e Conclusão

Seguidamente faz-se uma síntese relativa à análise e resultados obtidos para as ribeiras do tipo pequeno no que concerne às variáveis de estrutura da vegetação e de alteração ripária.

Relativamente às variáveis de vegetação, cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto, salienta-se o seguinte:

- ❖ As ribeiras naturais apresentam vegetação herbácea e arbustiva nas margens das ribeiras em estudo, e os taludes caracterizam-se pela presença de vegetação herbácea e arbustiva em grande parte na maioria dos troços das ribeiras nas áreas do Alqueva, Pedrogão e Ardila, embora a ribeira da área do Ardila também apresente vegetação arbórea.

**Discussão:** a ribeira natural localizada na área do Ardila, apresenta uma área de bacia hidrográfica superior às áreas de bacia hidrográfica dos subsistemas de Alqueva e do Pedrogão, situação que favorece a ocorrência de vegetação de porte arbóreo.

- ❖ As ribeiras não intervencionadas localizadas nos perímetros de rega de Alqueva, Pedrogão e Ardila, apresentam essencialmente vegetação herbácea e arbustiva nas margens, sendo que a ribeira não intervencionada localizada no subsistema de rega do Pedrogão, também apresenta vegetação arbórea nas margens (embora de forma pontual) e nos taludes a vegetação é constituída principalmente por vegetação herbácea e arbustiva. Os taludes das ribeiras não intervencionadas localizadas em Alqueva e no Ardila, são constituídos por vegetação herbácea, arbustiva e arbórea. A cobertura de vegetação do rasto de ribeiras não intervencionadas caracteriza-se em troços pela presença de vegetação em herbácea em todas as ribeiras não intervencionadas, embora surjam troços sem vegetação (como é o caso das ribeiras dos perímetros de rega do Ardila e de Pedrogão).
- ❖ Nas ribeiras intervencionadas verifica-se que as margens da totalidade dos troços amostrados apresentam apenas vegetação herbácea. Já os taludes apresentam vegetação herbácea e arbustiva e o rasto apresenta apenas vegetação herbácea.

**Discussão:** O fato de se ter obtido o maior valor (mediana de 2) nos taludes correspondente à presença de vegetação herbácea e arbustiva na ribeira intervencionada, do perímetro de rega do Ardila, pode estar associada ao fato desta ribeira apresentar mais estações de crescimento (cerca de 3), desde a altura da intervenção até à amostragem no terreno, circunstância que proporcionou a ocorrência de regeneração natural com características herbáceas e arbustivas.

A tabela 4.13 apresenta resumidamente as situações observadas, podendo constatar-se que qualquer uma das ribeiras naturais e agrícolas estudadas apresenta uma cobertura de rasto/leito caracterizada apenas pela presença de vegetação herbácea.

Nas margens por outro lado, já é visível a presença de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea nas margens e taludes de ribeiras naturais e não intervencionadas, prevalecendo no entanto a vegetação herbácea nas ribeiras não intervencionadas. Já nas ribeiras intervencionadas a realidade é diferente, caracterizando-se pela presença de vegetação herbácea nas margens e, pela presença de vegetação herbácea nalguns troços embora noutros troços se verifique a presença de vegetação herbácea e arbustiva.

De salientar ainda nas ribeiras intervencionadas o facto das ribeiras localizadas no perímetro do subsistema do Ardila apresentarem mais troços com vegetação herbácea e arbustiva comparativamente com as ribeiras dos perímetros do Alqueva e do Pedrogão, circunstância que advém do facto da ribeira do Ardila ter recuperado a vegetação, face ao número de estações de crescimento que decorreram entre a realização das intervenções e a nova amostragem no terreno.

**Tabela 4.13** - Cobertura da vegetação nas margens, taludes e rasto em ribeiras naturais e agrícolas nos perímetros do Alqueva, Pedrogão e Ardila

Ribeiras pequenas			Margens				Taludes				Rasto			
Alqueva	Ribeiras naturais													
Pedrogao														
Ardila														
Alqueva	Ribeiras Agrícolas	Ribeiras não intervenc.												
Pedrogao														
Ardila														
Alqueva		Ribeiras intervenc.												
Pedrogao														
Ardila														
			herbácea											
			herbácea e arbustiva											
			herbácea, arbustiva e arbórea											
			sem vegetação											

No que à quantidade de invasoras concerne (quantidade de canas e silvas), de um modo geral as ribeiras naturais, não apresentaram vegetação exótica (canas), embora se tenha presenciado a ocorrência de vegetação invasora indígena (silvas) na ribeira localizada no perímetro de rega do Ardila. Tal situação pode estar associada a fatores antrópicos, nomeadamente à presença de efetivo

bovino nas parcelas contíguas (ocupadas por pastagens em sub-coberto de montado), que exerce pressão nas margens associada ao pisoteio e produção de resíduos orgânicos.

Todavia nas ribeiras não intervencionadas a ocorrência de canas, embora pontual, resulta do aumento de nutrientes, promovido pela atividade agrícola, que é eficazmente utilizado por esta espécie que eficazmente aproveita a sua capacidade competitiva face a outras espécies autóctones. Foi também na ribeira não intervencionada do Ardila, que se verificou a presença de silvas.

Por outro lado, em todos os troços de ribeiras intervencionadas registou-se a presença de silvas e canas, embora de forma pontual, tendo sido mais notória nas ribeiras intervencionadas dos perímetros dos subsistemas do Pedrogão e do Ardila. A ribeira intervencionada do perímetro do Ardila apresentou mais silvas (ribeira com mais estações de crescimento desde a realização da intervenção), comparativamente com as ribeiras localizadas nos perímetros do Alqueva e do Pedrogão. Esta situação pode estar associada ao facto da ribeira do Ardila se localizar numa área, cuja ocupação do solo é caracterizada por culturas em regime intensivo, em oposição às ribeiras do Alqueva e do Pedrogão, cuja ocupação cultural do solo baseia-se em culturas anuais em regime semi-extensivo.

Nas ribeiras naturais não se verificou a presença de espécies exóticas. Por outro lado, a ocorrência destas espécies foi evidente em ribeiras agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas), pese embora esta espécie ocorra de forma pontual.

Face ao exposto, pode-se concluir que o tipo de ocupação cultural das parcelas contíguas às ribeiras interfere a nível da vegetação invasora, constatando-se que, nas parcelas onde a ocupação cultural é mais intensiva, se assiste a um predomínio de espécies de carácter invasor.

No que à complexidade ripária da ripícola diz respeito, verifica-se que na generalidade todas as ribeiras naturais apresentam complexidade ripáriamédia, as ribeiras não intervencionadas apresentam complexidade ripária baixa a média na maioria dos troços e pontualmente complexidade ripária média noutros troços, já as ribeiras intervencionadas apresentam complexidade ripária baixa na maioria dos troços e grau baixo a médio em parte dos troços.

Na tabela 4.14 evidenciam-se os resultados obtidos para as variáveis de estrutura da vegetação.

**Tabela 4.14** - Análise às variáveis de vegetação em ribeiras não agrícolas (naturais) e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) nos três perímetros em estudo

	Ribeiras pequenas	Quantidade e de canas	Quantidade de silvas	Complexidade ripária
Alqueva	Ribeiras naturais	sem canas	sem silvas	médio
	Ribeiras não intervencionadas	com canas	sem silvas	baixo a médio; médio
	Ribeiras intervencionadas	sem canas	com silvas	baixo; baixo a médio
Pedrogão	Ribeiras naturais	sem canas	sem silvas	medio
	Ribeiras não intervencionadas	com canas	sem silvas	baixo a médio; médio
	Ribeiras intervencionadas	com canas	com silvas	baixo; baixo a médio
Ardila	Ribeiras naturais	sem canas	com silvas	médio
	Ribeiras não intervencionadas	sem canas	poucas silvas	baixo a médio; médio
	Ribeiras intervencionadas	com canas	com silvas	baixo a medio

A nível das variáveis de alteração ripária, constata-se a existência de erosão e sedimentação em situações muito pontuais no caso de ribeiras naturais. Tal constatação, que se observou apenas no caso da ribeira natural localizada no perímetro do Ardila pode dever-se ao pisoteio resultante da pressão exercida pela presença de gado bovino nas margens e taludes da ribeira em questão.

Já nas ribeiras não intervencionadas foi patente a ocorrência de erosão, ravinamento e assoreamento nas ribeiras localizadas nos perímetros dos subsistemas do Alqueva e do Ardila.

Relativamente às ribeiras intervencionadas, detetaram-se situações de erosão em todos os troços de ribeiras estudados.

Face ao exposto, pode-se concluir que as ribeiras agrícolas apresentam situações de erosão, ravinamento e sedimentação, pese embora estas sejam mais acentuadas em ribeiras intervencionadas. Nas ribeiras naturais a ocorrência de situações de erosão, ravinamento e assoreamento é apenas pontual.

Relativamente à variável de alteração ripária, forma do canal, todas as ribeiras intervencionadas apresentaram secção de retângulo irregular e as ribeiras não intervencionadas apresentam secções com forma de retângulo irregular na maioria dos troços e forma de secção em V nalguns troços localizados nos perímetros de Alqueva e Pedrogão. Por outro lado, as ribeiras naturais embora apresentem na sua maioria secção em retângulo irregular, também apresentam troços com secção em V.

Em jeito de conclusão, a forma do canal é uma variável mais homogénea nos troços de ribeiras intervencionadas que foi onde ocorreu a intervenção de reperfilamento que conduziu ao redimensionamento da secção.



No que à variável ocupação cultural concerne, todas as ribeiras não intervencionadas em estudo apresentam uma ocupação cultural das parcelas caracterizada por culturas em regime semi extensivo. Por outro lado, as parcelas contíguas às ribeiras naturais localizadas nas áreas dos perímetros do Alqueva e Pedrogão apresentam uma ocupação representada por culturas com características semi-extensivas, embora pontualmente este tipo de ocupação também se verifique nas parcelas contíguas a troços de ribeira natural da área do perímetro de rega do Ardila. Salienta-se ainda que na ribeira natural do Ardila prevalece a um regime extensivo (sistema agro-silvo–pastoril) nas parcelas que delimitam esta ribeira.

Relativamente ao tipo de ocupação cultural existente nas parcelas localizadas nas adjacências das ribeiras intervencionadas, de salientar que todas as parcelas localizadas junto aos troços localizados nos perímetros do Alqueva e do Pedrogão apresentam um modo de produção agrícola em regime semi-extensivo. Todavia, as parcelas localizadas junto à ribeira intervencionada, localizada no perímetro do Ardila, encontram-se ocupadas essencialmente por culturas em regime intensivo (cultura permanente como o olival).

O tipo de ocupação cultural exercido nas parcelas agrícolas, de acordo com os resultados obtidos, influi na ocorrência de vegetação de carácter invasor, verificando-se situações mais consistentes de invasoras quando a ocupação cultural é mais intensiva (pese embora se tenham verificado também a ocorrência de invasoras em casos de ocupação por sistemas com características agro-silvo-pastoris). O facto da ocupação cultural intensiva se associar à presença mais marcada de invasoras, pode ser resultado da maior utilização de fertilizantes e como consequência maior *input* de nutrientes no sistema fluvial, circunstância favorável às espécies invasoras que eficazmente aproveitam a situação para se desenvolverem.

Na tabela 4.15 encontram-se representados os resultados obtidos no âmbito da análise efetuada às variáveis de alteração ripária.

**Tabela 4.15-** Análise às variáveis de alteração ripária em ribeiras naturais e agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas) nos três perímetros em estudo

Ribeiras pequenas		Erosão/ravinamento e assoreamento	Ocupação Cultural	Forma do Canal
Alqueva	Ribeiras naturais	com erosão, ravinamento e assoreamento e com erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. semi-extensiva	secção em V e secção em retângulo irregular
	Ribeiras não intervencionadas	com erosão, ravinamento e assoreamento e com erosão, ravinamento e assoreamento e sem erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. semi-extensiva	secção em V e secção em retângulo irregular
	Ribeiras intervencionadas	com erosão, ravinamento e assoreamento e com erosão, ravinamento e assoreamento e sem erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. semi-extensiva	secção em retângulo irregular
Pedrogão	Ribeiras naturais	sem erosão, ravinamento e assoreamento e com erosão	Agricult. semi-extensiva	secção em retângulo irregular
	Ribeiras não intervencionadas	sem erosão, ravinamento e assoreamento e com erosão	Agricult. semi-extensiva	secção em V e secção em retângulo irregular
	Ribeiras intervencionadas	sem erosão e troços com erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. semi-extensiva	secção em retângulo irregular
Ardila	Ribeiras naturais	com erosão/ravinamento e assoreamento e sem erosão/ravinamento e assoreamento	Agricult. semi-extensiva e extensiva	secção em retângulo irregular
	Ribeiras não intervencionadas	sem erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. semi-extensiva	secção em retângulo irregular
	Ribeiras intervencionadas	sem erosão, ravinamento e assoreamento	Agricult. Intensiva e agrícola semi extensiva	secção em retângulo irregular

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSÕES GERAIS

A beneficiação da rede de drenagem de zonas agrícolas, realizada através de intervenções de limpeza e reperfilamento, tem por objetivo melhorar a capacidade de vazão e função hidráulica dos cursos de água, de forma a permitir um escoamento mais adequado das águas excedentes da prática agrícola do regadio e dos eventos pluviométricos. Esta melhoria da capacidade de vazão relaciona-se também com as características hidrológicas dos cursos de água localizados na região mediterrânica do Sul, com regime temporário, de carácter torrencial, em que durante parte do ano as condições de humidade do leito e a temperatura, propiciam o crescimento de grandes biomassas vegetais.

Com a introdução do regadio em áreas agrícolas tradicionais, poderão colocar-se problemas de excesso de água nos terrenos cultivados, por insuficiência de escoamento das redes de drenagem superficial. O alagamento das parcelas, mesmo que temporário, provocado por uma chuvada intensa ou por deficiente condução da rega, poderá causar danos nas culturas, afetando consequentemente a viabilidade económica do regadio, pelo que a manutenção de uma boa drenagem faz parte da gestão corrente destes ecossistemas agrários. A rede de drenagem das zonas agrícolas mediterrâneas coincide com a rede hidrográfica e ecossistemas ribeirinhos associados, pelo que importa não descurar a vertente ecológica destes sistemas fluviais, com papel fundamental na biodiversidade e gestão sustentável da água.

O termo requalificação tem sido usado para intervenções em cursos de água de ações de limpeza e de reperfilamento, ações estas que, todavia, interferem com as características morfológicas e ecológicas destes sistemas fluviais, com afetações a nível do seu funcionamento ecológico, atendendo ao facto de conduzirem a uma interrupção da conectividade dos corredores fluviais e implicarem alterações nos ecossistemas ribeirinhos, interferindo com os habitats originais, e a vegetação nativa autóctone, nomeadamente lenhosa. De facto, a intervenção de limpeza implica a remoção da vegetação que interfere com o escoamento adequado, nomeadamente da vegetação invasora. O reperfilamento, por outro lado, face à alteração da conectividade natural longitudinal e lateral do corredor fluvial e da morfologia das ribeiras sobretudo devido ao alargamento da secção de vazão, apresenta repercussões ao nível do sistema fluvial, a nível da vegetação autóctone presente, conduzindo por vezes ao desaparecimento dos habitats originais. Esta condição favorece também a ocorrência de espécies invasoras (quer exóticas, quer nativas) num período de tempo

relativamente curto (Bell 1997; Coffman 2007; Perdue 1958; Rieger & Kreager 1989), que aproveitam, eficazmente as intervenções nas ribeiras, conduzindo à redução da biodiversidade da zona ripária, com formação de densidades elevadas e monoespecíficas num período de tempo relativamente curto.

Pelo que foi dito, esta tese de doutoramento pretendeu: i) conciliar as requalificações fluviais da rede de drenagem com a qualidade e restauro ou reabilitação dos corredores fluviais onde elas são realizadas, ii) compreender o funcionamento das ribeiras alentejanas e identificar o referencial ecológico sob a égide do qual as intervenções têm de ocorrer, e iii) sistematizar recomendações de reabilitação para as ribeiras atuais e também para as intervenções de requalificação de drenagem futuras.

### **5.1 CONCLUSÕES RELATIVAS AO CAPÍTULO II: TIPOLOGIA ECOLÓGICA DE RIBEIRAS AGRÍCOLAS ALENTEJANAS**

Os cursos de água que drenam as áreas em estudo integram as bacias hidrográficas do Guadiana e do Sado. Em termos hidrológicos, caracterizam-se por cursos de água de pequenas dimensões, de escoamento tipicamente mediterrânico (de carácter torrencial), que sofrem um profundo défice hídrico de Verão, permanecendo secos ou com pouca água durante uma parte do ano. Apenas após as chuvas Invernais é que se estabelecem, nestas ribeiras, as condições hidrológicas mais favoráveis. As ribeiras de carácter temporário caracterizam-se por eventos sazonais, com inundações e secas. Assim sendo, muitos destes sistemas fluviais não apresentam comunidades aquáticas propriamente ditas e funcionam apenas como linhas de escoamento preferencial sem expressão no terreno. Nestas linhas de água não faz portanto sentido preocupações com o meio aquático uma vez que não têm identidade ecológica.

Sugere-se a seguinte definição para a tipologia de ribeiras para as quais deve pelo contrário existir regras de intervenção e manutenção durante e entre intervenções: ribeiras intermitentes com número de ordem de Strahler 2 ou superior, mais de 10 km<sup>2</sup> de área de bacia de drenagem, com manutenção de um meio aquático a maior parte do ano, capaz de sustentar comunidades aquáticas e vegetação lenhosa.

Respondendo às condições de intermitência hidrológica, a estrutura do coberto vegetal que se fixa nas margens dos cursos de água apresenta-se de forma variável. Na área em estudo a galeria ripária pode ser densa e de estrato arbóreo bem desenvolvido, como é o caso de alguns troços de ribeiras com maior caudal, ou descontínua e estreita, como é o caso dos cursos de água de menor caudal.

Genericamente e em termos de composição florística, as ribeiras localizadas em áreas irrigadas são constituídas por comunidades vegetais com espécies constituintes do elenco florístico do estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo.

Do ponto de vista da constituição das comunidades ripícolas, densidade e diversidade, são ribeiras onde as margens e taludes estão parcialmente colonizadas por choupos (*Populus nigra* e *Populus alba*) e freixos (*Fraxinus angustifolia*), embora estes não apresentem uma distribuição contínua uma vez que grande parte das ribeiras se encontra mobilizada até à margem, sendo a zona de inundação ocupada na sua maioria por culturas agrícolas (figura 5.1).



**Figura 5.1** – Mobilização da zona de inundação

Nas ribeiras não alteradas e com maior caudal e alguns dos seus afluentes, pela maior disponibilidade hídrica, surgem por vezes os freixiais ripícolas siliciosos. São formações vegetais pertencentes à associação meso e termo-mediterrânica *Ficarioria nunculoides-Fraxinetum angustifolia*, e assumem-se como um bosque dominado no estrato arbóreo pela espécie *Fraxinus angustifolia*, substituído em alguns locais pelo choupo-negro (*Populus nigra*), acompanhados frequentemente de borrazeiras (*Salix salvifolia*, *Salix atrocinerea*). Nas pequenas ribeiras não alteradas de carácter temporário e onde o regime torrencial se acentua, surgem as formações arbustivas ou sub-arbóreas (tamargal ou tamujal), dominadas por duas ou três espécies, entre as quais *Nerium oleander* (loendro), *Flueggea tinctoria* (tamujo) e *Tamarix africana* (tamargueira). Os sistemas fluviais mediterrânicos destas zonas caracterizam-se assim, pela ocorrência de espécies adaptadas a regimes torrenciais e intermitentes de caudais, cuja distribuição e ocorrência depende também, para além das características climáticas e hidrológicas, da geomorfologia e da perturbação humana do sistema fluvial.

Face à localização das ribeiras em áreas agrícolas irrigadas, estas encontram-se sujeitas a impactes resultantes desta prática agrícola, associados às alterações físicas, químicas e biológicas decorrentes

da mobilização dos solos, aplicação de fertilizantes e de pesticidas, drenagem de águas de rega, captação de água e mesmo cortes desmedidos de galeria ripícola agravando o efeito das cheias.

De acordo com a Diretiva Quadro de Água, as ribeiras mediterrâneas caracterizam-se por área de drenagem ou bacia hidrográfica inferior a 100 km<sup>2</sup> (Rios do Sul de pequena dimensão). Este tipo de rios reflete o clima do Sul do País, com temperaturas médias anuais elevadas e precipitação média anual reduzida, o que, em conjunto com a sua pequena dimensão, confere à grande generalidade destes rios, um regime hidrológico temporário. Em termos climáticos apresenta características idênticas ao tipo de Rios do Sul de Média-Grande Dimensão, diferindo apenas na sua inferior dimensão de área de drenagem (inferior a 100 km<sup>2</sup>). Esta definição de massas de água corresponde grosso modo às ribeiras que apresentam comunidades aquáticas significativas e, na área dos Perímetros de Rega estudados, a 70% dos corredores fluviais intervencionados.

A tipologia DQA ou de uma forma geral a tipologia fluvial expressa formas de funcionamento ecológico diferentes e em consequência, forma de reação ecológica diferente às pressões humanas e necessariamente recomendações possíveis de intervenção, por exemplo, que espécies arbóreas ripícolas replantar. Portanto, como primeiro passo da tese, foi feito um esforço no sentido de perceber que subdivisões tipológicas fluviais poderiam existir dentro dos perímetros de rega estudados. Este exercício foi feito para todas as massas de água intervencionadas, 48% das linhas de água dos perímetros, envolvendo portanto diferentes dimensões de bacia de drenagem.

A tipologia fluvial é realizada sobre os sistemas não sujeitos a pressões humanas, ou em alternativa usando variáveis não afetadas por estas, por exemplo, altitude e área da bacia de drenagem. O conjunto de troços intervencionados foi agregado através das suas características hidrogeomórficas não afetadas (ou pouco) por atividades humanas.

- Foi possível distinguir de forma estatisticamente significativa dois tipos de ribeiras relacionados com a grandeza – pequenas e grandes, com características hidrológicas e morfológicas distintas;
- As ribeiras do tipo grande, comparativamente às pequenas, apresentam maior caudal, em geral permanentes, e maior número de tributários/afluentes comparativamente com as ribeiras do tipo pequeno, vales mais largos, maior mineralização, e número de ordem de *Strahler*) maior distância à nascente, área de bacia de drenagem, caudal médio acumulado, altitude média do troço, largura e altura da secção e largura do rasto/leito;
- As ribeiras pequenas são hidrologicamente mais variáveis que as ribeiras grandes;

- As ribeiras do tipo grande, comparativamente com as ribeiras do tipo pequeno, e por esta razão apresentam mais vegetação aquática e ribeirinha mais diversa e estruturada;
- As requalificações devem ter em linha de conta a tipologia de curso de água e as reabilitações preconizadas para os cursos de água também devem ser em consideração os tipos – pequeno e grande.

No âmbito da Diretiva de Água, as ribeiras identificadas (grandes e pequenas) podem ser consideradas como massas de água com características geográficas e hidrológicas relativamente homogéneas, que se podem utilizar para a determinação das condições ecológicas, com o objetivo de classificar o estado ecológico e dirigir ações de restauro e gestão ecológicas.

Para se proceder à reabilitação fluvial de um determinado curso de água deve ter-se em conta a sua caracterização técnica em termos de tipologia – grande ou pequeno.

Na caracterização da bacia hidrográfica considera-se relevante a área da bacia e o comprimento da linha de água, o número de ordem e a geologia. Considera-se, também, necessário, o conhecimento do caudal afluente.

Na caracterização do segmento a intervir considera-se importante a definição do comprimento do troço de intervenção e também dos parâmetros que definem as condições típicas do escoamento (uniformidade e morfologia do troço), para além do conhecimento da granulometria dos sedimentos. Deve-se também analisar a flora ripícola já que pode exercer funções de estabilização da margem e os indicadores do subgrupo hidromorfológico que definem na secção as características do escoamento e a forma como este influencia o ecossistema fora do canal. Outros dois subgrupos essenciais são a caracterização do perfil transversal e a análise de erosão/estabilidade. Finalmente as utilizações das margens, por serem determinantes relativamente às soluções possíveis e aos processos a implementar.

## **5.2 CONCLUSÕES RELATIVAS AO CAPÍTULO III: *ESTRUTURA E EVOLUÇÃO DE RIBEIRAS INTERVENZIONADAS***

Neste capítulo, pretendeu-se avaliar a eficácia e pertinência das requalificações fluviais realizadas em ribeiras agrícolas, as alterações verificadas na estrutura morfológica e de vegetação e a evolução ao longo do tempo após intervenção.

Tendo em conta as tipologias de ribeiras definidas no âmbito do capítulo II, e as variáveis afetadas pela requalificação, procedeu-se à análise dos dados (cobertura da vegetação das margens, taludes e

rasto; quantidade de silvas e de canas e complexidade ripária, erosão, ravinamento e assoreamento, forma do canal e ocupação cultural), comparando troços de amostragem antes da requalificação (parâmetros de projeto) e no presente, através da realização de testes estatísticos não paramétricos, para amostras emparelhadas.

Após a requalificação das ribeiras, observaram-se efeitos significativos a nível da cobertura de vegetação, sobretudo em ribeiras pequenas, com variações da cobertura da vegetação das margens, taludes e rasto sobretudo após a intervenção de reperfilamento, e com variações significativas a nível da cobertura de vegetação das margens e taludes após a intervenção de limpeza de ribeiras grandes. Todavia, para o caso das ribeiras grandes, não se verificaram variações ao longo das estações de crescimento (figura 5.2).



**Figura 5.2** - Aspecto geral da cobertura de vegetação, após as intervenções em ribeiras pequenas e grandes um ano após a requalificação

Para o caso das ribeiras pequenas intervencionadas por reperfilamento, verificou-se que ao longo das estações de crescimento (1ª, 2ª e 3ª estações de crescimento) obtiveram-se variações significativas para a cobertura de vegetação das margens e do rasto. Todavia não se registaram variações significativas ao nível da cobertura de vegetação dos taludes no 1º ano de crescimento, apenas nos seguintes, indicando uma menor capacidade de regeneração.

No reperfilamento em ribeiras do tipo pequeno, logo após esta intervenção observaram-se troços sem vegetação nas margens, taludes e rasto, pelo menos até à segunda estação de crescimento, no entanto, a partir desta, existe o restabelecimento da vegetação herbácea das margens, rasto e taludes, sobretudo nestes últimos (figura 5.3). Na 3ª estação de crescimento, de salientar, a ocorrência generalizada de troços com vegetação herbácea e arbustiva nas margens.





**Figura 5.3** - Evolução da vegetação entre estações de crescimento

Esta situação reflete a evolução e capacidade de resposta da vegetação, indicadora da sua capacidade de auto-regeneração, sobretudo da vegetação herbácea a partir da 2ª estação de crescimento, e da vegetação arbustiva a partir da 3ª estação de crescimento. A imagem 5.4 evidencia a presença de vegetação herbácea e arbustiva nas margens, em troços de uma ribeira já com mais de 3 estações de crescimento (ribeira pequena com reperfilamento, localizada no perímetro do subsistema Ardila).



**Figura 5.4** - Cobertura da vegetação numa ribeira com mais de 3 estações de crescimento

Os resultados obtidos a nível de ribeiras do tipo grande, refletem a regeneração rápida da vegetação herbácea nas margens e taludes destas ribeiras, logo após a intervenção de limpeza. Todavia, ao longo das estações de crescimento a intervenção a operação de limpeza não produz grandes efeitos, não existindo um padrão definido, uma vez que nuns troços a vegetação aumenta e noutros troços a vegetação diminui.

Conclui-se deste modo que a intervenção de limpeza não produz alterações previsíveis da vegetação do rasto em ribeiras grandes e pequenas, nem o controle desejado da vegetação; no entanto, nas ribeiras pequenas com reperfilamento, alguns troços permanecem sem vegetação, apesar da maioria

dos troços se manter idêntica. Na vegetação do talude e da margem para as ribeiras grandes com limpeza e pequenas com reperfilamento, não há um padrão tão pouco, nuns diminui, noutros aumenta. Assim, características locais e talvez também as formas diferentes de realizar as intervenções pelas empresas adjudicatárias poderá levar a uma baixa previsão de bons resultados de melhoria de drenagem.

Todavia, nas ribeiras pequenas com limpeza nunca há melhoria, a vegetação recupera logo após a intervenção, pelo que não há diferenças entre a situação antes e após a intervenção (Figura 5.5). Se o objetivo da requalificação de carácter hidráulico inclui o controlo da vegetação, verifica-se que apenas com o reperfilamento isso é possível, e mesmo assim, não é em todos os casos, e nunca com apenas a intervenção de limpeza.



**Figura 5.5** - Evolução da vegetação após a limpeza e ao longo das estações de crescimento

Em sumário, podem-se tecer as seguintes apreciações:

- Os resultados relativos à evolução da estrutura das ribeiras agrícolas intervencionadas evidenciaram no caso de cursos de água reperfilados, a capacidade de regeneração de vegetação herbácea a partir do 2º ano de estação de crescimento, e de vegetação arbustiva a partir da 3ª estação de crescimento;
- Os efeitos mais visíveis das intervenções verificaram-se imediatamente após a requalificação das ribeiras pequenas, quer a nível da limpeza, quer a nível do reperfilamento;
- Os efeitos da intervenção de reperfilamento em ribeiras pequenas, evidenciam a ausência de vegetação nas margens, taludes e rasto, após esta intervenção e durante um período de tempo longo;

- Observaram-se ainda variações significativas na cobertura de vegetação das margens após a intervenção de limpeza, bem como na cobertura da vegetação das margens, taludes e rasto após a intervenção de reperfilamento;
- Os resultados obtidos após a limpeza de ribeiras grandes revelam a capacidade da recuperação da vegetação herbácea nas margens e taludes principalmente da vegetação herbácea na segunda estação de crescimento e da vegetação arbustiva na terceira estação de crescimento;
- Em ribeiras pequenas a intervenção de limpeza (entre a primeira e segunda estações de crescimento) exibiu um aumento da cobertura da vegetação herbácea, arbustiva e arbórea das margens;
- Por outro lado, após a intervenção de reperfilamento, registaram-se diferenças significativas da vegetação das margens e rasto de ribeiras pequenas, apesar de não terem ocorrido diferenças na evolução da cobertura de vegetação dos taludes. No caso das ribeiras grandes, após a intervenção de limpeza não ocorreram diferenças ao longo das estações de crescimento;
- As intervenções de limpeza e reperfilamento melhoraram a complexidade ripária em ribeiras pequenas, apesar de não se terem observado melhorias no grau de conservação no que concerne a ribeiras grandes, embora exista uma melhoria da complexidade ripária ao longo das estações de crescimento;
- No entanto nas ribeiras grandes, verifica-se que não ocorrem diferenças, após a intervenção de limpeza simples, ao longo das estações de crescimento;
- Os efeitos da intervenção de reperfilamento em ribeiras pequenas evidenciam que logo após esta intervenção, existem secções de ribeiras sem cobertura de vegetação nas margens, taludes e rasto (Figura 5.6);



**Figura 5.6** - Troços logo após o reperfilamento

- As situações de assoreamento de ribeiras pequenas reperfiladas foram mais evidentes nos troços localizados a jusante (ilustrado na Figura 5.7);



**Figura 5.7** - Situações de erosão, ravinamento e assoreamento em ribeiras pequenas

- Embora ocorra diminuição de invasoras presentes (canas e silvas), para as intervenções de limpeza e reperfilamento de ribeiras pequenas, já para as ribeiras grandes intervencionadas por limpeza não se observaram diferenças significativas ao longo das estações de crescimento, evidenciando a resistência destas espécies de carácter invasor, associada ao sistema radicular rizomatoso e à ocupação do espaço disponível. O exemplo seguinte (figura 5.8) ilustra uma limpeza de silvas num troço de ribeira pequena, e dois anos após a intervenção volta a recuperar;



**Figura 5.8** - Aspecto da vegetação invasora presente entre a 1ª e 2ª estação de crescimento

- Entre a 2ª e a 3ª estação de crescimento verificou-se um ligeiro aumento de troços com menos canas e silvas;
- Os testes apontam para alterações significativas e crescentes da quantidade de invasoras presentes (canas e silvas) após as intervenções de limpeza e reperfilamento, nomeadamente no decréscimo da quantidade de canas e silvas após estas intervenções e no decurso das estações de crescimento, quer em ribeiras grandes quer em ribeiras pequenas;
- A vegetação responde às intervenções em função da tipologia de intervenção;

- Quanto maior é a complexidade ripária, menor o grau de ocupação das superfícies por espécies invasoras;
- O reperfilamento das ribeiras conduziu significativamente ao agravamento das situações de erosão e assoreamento, e alteração da secção do canal, principalmente em segmentos submetidos a uma intervenção mais recente, no entanto, pode-se referir que após a intervenção de reperfilamento de ribeiras pequenas, à medida que o número de estações de crescimento aumenta, diminuem as situações de troços com erosão, ravinamento e assoreamento;
- Pode-se concluir que as intervenções em causa interferem com a estrutura e a evolução ecológica das ribeiras, principalmente em situações de intervenção mais recente, embora o sistema fluvial apresente uma capacidade regenerativa muito relevante a partir da segunda estação de crescimento.

Se o objetivo da requalificação hidráulica inclui o controlo da vegetação, verifica-se que apenas com o reperfilamento isso é possível. O controlo da vegetação não se consegue apenas com a intervenção de limpeza. Os resultados obtidos refletem que nas que, nas ribeiras grandes, a vegetação das margens e taludes recupera eficiente rapidamente. Torna-se necessário repensar toda a estratégia de gestão da vegetação em ribeiras agrícolas, até porque a vegetação lenhosa e ripícola pode ser utilizada para remoção de nutrientes e poluentes agrícolas através do seu efeito filtrador, e deve existir um controle generalizado da vegetação invasora.

De facto, estes resultados questionam a implementação de programas radicais de limpeza e reperfilamento para manutenção das funções hidráulicas e de drenagem das ribeiras. Não só o controle da vegetação e portanto do escoamento não se faz eficazmente, como as afetações ambientais são grandes, interferindo com o funcionamento ecológico das ribeiras durante um a dois anos. Em muitos casos, a limpeza e reperfilamento abre grandes áreas rapidamente ocupadas por vegetação invasora, que se torna mais prejudicial ainda.

A hipótese alternativa de manutenção eficaz da rede drenagem poderia ser um programa anual continuado de limpeza da vegetação das ribeiras e controle de vegetação invasora, baseado em cortes cirúrgicos e remoção manual do material vegetal, associado a intervenções pontuais de consolidação de margens, atravessamentos, açudes ou outras estruturas necessárias, mas que seriam construídas com recursos a materiais naturais. Em todo o programa seria dada ênfase à manutenção da vegetação lenhosa e constituindo as galerias ribeirinhas, promovendo o seu papel protetor do meio aquático e filtrador de nutrientes provenientes de escoamentos agrícolas. Este programa anual permanente poderia começar por ser implementado num dos perímetros de rega e,

com base na experiência adquirida e experimentação adaptativa, ser transposto pouco a pouco para o resto da área irrigada, acompanhado de sessões de esclarecimento aos agricultores.

Recomenda-se:

1. Identificar e mapear os segmentos fluviais com galeria ribeirinha efetiva ou potencial relevante, recuperando quando necessário a estrutura ripária por plantação e confinamento;
2. Planeamento anual de limpezas cirúrgicas, focadas no excesso de vegetação herbácea e arbustiva, e nos detritos lenhosos e excesso de biomassa, mas mantendo a galeria ribeirinha e a zona ripária confinante exterior;
3. Elaboração de um Folheto Condutor de programas anuais de limpezas de rede hídrica de áreas agrícolas;
4. Elaboração de um Folheto Condutor de ações de reperfilamento e artificialização, com indicação de medidas mitigadoras, tais como a utilização de materiais naturais para controle da erosão e nas estruturas necessárias;
5. Ensaio de formas eficazes de controlo da vegetação invasora das ribeiras, nomeadamente da cana e das silvas, através de combinação de métodos mecânicos e químicos.
6. Combinação operativa do controle da vegetação invasora com o restauro das galerias ribeirinhas.

A execução das intervenções de limpeza e de reperfilamento, deve obedecer a regras orientadoras que visam a minimização dos prejuízos sobre o ecossistema, nomeadamente:

**Geral:** As intervenções devem ser desenvolvidas de jusante para montante, e perturbando o menos possível os animais e *habitats* estabelecidos, nomeadamente em época de reprodução;

**Cortes e remoções cirúrgicos:** Deve remover-se o material depositado no leito menor (ramos, troncos, vegetação, infestantes e lixo) que provoque a obstrução à circulação da água; no corte de vegetação arbustiva e arbórea existente em margens e taludes, deve proceder-se à remoção das árvores doentes ou mortas, das árvores e arbustos de espécies exóticas que possam tornar-se invasoras; deve ser realizado o trabalho com auxílio de maquinaria de uso manual;

**Remoção de vegetação arbórea:** O corte e a remoção de árvores e de arbustos das margens deve ser evitado e se ocorrer por questões de operacionalidade deve realizar-se, sempre que possível, de forma alternada, numa e noutra margem; proceder ao corte de árvores ou de arbustos completo,

apenas se tal se justificar pela afetação negativa do escoamento; em alternativa, realizar uma poda, incentivando o crescimento vertical eliminando o horizontal;

**Remoção de sedimentos:** Os trabalhos de desassoreamento do leito, sempre que possível, devem realizar-se fora da época de reprodução da ictiofauna, preferencialmente entre Agosto e Outubro, e estabelecer-se segundo um perfil de equilíbrio do curso de água tendo em conta a situação de montante e de jusante; os sedimentos resultantes do desassoreamento do leito, devem ser aproveitados para consolidação das margens caso não ponham em causa a sobrevivência de espécies vegetais existentes no talude;

**Requalificação do Canal e Margens:** Este é um tipo de trabalhos que se cingem essencialmente ao canal de escoamento e ao controlo de erosão das margens. Todos os materiais usados devem ser de carácter natural, mantendo embora as funções de estabilização.

### **5.3 CONCLUSÕES RELATIVAS AO CAPÍTULO IV:REFERENCIAL DE RESTAURO EM LEITOS INTERVENZIONADOS**

No capítulo II verificou-se a existência de dois tipos diferentes de sistemas fluviais, logo com características estruturais potencialmente diferentes de galerias ribeirinhas, e com referenciais ecológicos de restauro diferentes também.

No capítulo III, verificou-se que as ações de requalificação são geralmente danosas para a vegetação ribeirinha e a estabilidade das ribeiras, e levam 2 a 3 anos a recuperar, ou ainda menos no caso das ribeiras pequenas. Admitiu-se que um programa anual de limpezas manuais poderia ser a solução, acoplado aos restauros de galerias ribeirinhas danificadas ou não existentes. No entanto, para se restaurar, é necessário perceber como e qual a imagem final pretendida.

O capítulo IV tenta identificar a imagem de referência para proceder às reabilitações ecológicas necessárias, das galerias ribeirinhas. Nesse sentido, compara ribeiras dentro dos perímetros de rega, intervencionadas e não intervencionadas (serão as não requalificadas ecologicamente próximas das naturais?) com as ribeiras naturais do mesmo tipo, fora dos perímetros.

#### **I. Ribeiras do tipo grande**

As ribeiras grandes evidenciaram em termos de variáveis de estrutura da vegetação diferenças entre as ribeiras naturais e ribeiras agrícolas (não intervencionadas e intervencionadas), destacando-se a presença de vegetação do estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo nas margens e taludes de ribeiras



naturais, em contrapartida com as ribeiras não intervencionadas e intervencionadas onde predomina a vegetação herbácea e arbustiva nos taludes, embora pontualmente ocorram exemplares de vegetação arbórea nas margens destas ribeiras (Figura 5.9). Ou seja, as ribeiras naturais apresentam galeria ribeirinha (ainda ou estreita) e as de zonas agrícolas não apresentam estrato arbóreo, em especial as intervencionadas.



**Figura 5.9** - Cobertura de vegetação em ribeiras grandes: naturais, não intervencionadas e intervencionadas

No que concerne à presença de invasoras, as ribeiras naturais distinguem-se das ribeiras agrícolas por não apresentarem canas e silvas (Figura 5.10).



**Figura 5.10** - Presença de invasoras em ribeiras grandes: naturais, não intervencionadas e intervencionadas

As ribeiras naturais apresentam uma complexidade ripária média a elevada, situação distinta do observado nas ribeiras agrícolas, onde a complexidade ripária foi classificada como baixa a média na maioria dos troços de ribeiras não intervencionadas, e de baixa a baixa a média nos troços de ribeiras intervencionadas (vd. figura 5.11). Entre ribeiras agrícolas, não intervencionadas e intervencionadas, não se registaram diferenças significativas a nível das variáveis associadas à estrutura da vegetação.





**Figura 5.11** - Complexidade ripária em ribeiras grandes: naturais, não intervencionadas e intervencionadas

As diferenças obtidas entre ribeiras naturais e agrícolas foram pouco consistentes a nível da variável erosão, ravinamento e assoreamento, no entanto verificou-se ocorrência pontual deste tipo de situações em ribeiras intervencionadas, em contraste com o observado nas ribeiras naturais e não intervencionadas, onde este tipo de situação não se presenciou (Figura 5.12).



**Figura 5.12** - Variáveis de alteração ripária em ribeiras grandes: ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas

Destacam-se diferenças significativas para as variáveis de estrutura morfológica entre ribeiras naturais e intervencionadas. Apresenta-se a figura seguinte que exemplifica as larguras de secção e leito e altura de secção observadas nas referidas ribeiras (Figura 5.13). Saliente-se as diferenças de substrato, muito assoreado nas ribeiras agrícolas, e com a água turva com fortes indícios de eutrofização.

Por outro lado em termos de ocupação cultural dos terrenos na envolvente aos troços de ribeiras estudados, observou-se que a maioria dos troços de ribeiras naturais, apresentaram uma ocupação cultural que se caracteriza por áreas em sob coberto de montado (sistema de exploração extensivo), situação que não se observou nas parcelas contíguas a troços de ribeiras não intervencionadas e intervencionadas, onde a ocupação cultural se caracteriza por culturas anuais, com prevalência do sistema de exploração em regime semi-extensivo.

A variável forma do canal não teve qualquer influência a nível das diferenças obtidas no âmbito da análise às variáveis de alteração riparia, atendendo a que todos os troços de ribeiras analisados apresentaram forma de canal em secção de retângulo irregular.



**Figura 5.13** - Variáveis de estrutura morfológica em ribeiras grandes

## II. Ribeiras do tipo pequeno

Os resultados obtidos evidenciam diferenças significativas entre ribeiras naturais e agrícolas, principalmente entre ribeiras naturais e intervencionadas. Todavia, embora menos evidentes, também se obtiveram algumas diferenças entre troços de ribeiras naturais e agrícolas não intervencionadas.

As diferenças devem-se sobretudo à existência de exemplares do estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo nas margens e taludes de ribeiras naturais, enquanto nas ribeiras intervencionadas a maioria dos troços estudados evidenciaram estratos de vegetação herbácea nas margens e taludes (Figura 5.14).



**Figura 5.14** - Cobertura de vegetação das margens, taludes e rasto em ribeiras pequenas: naturais e intervencionadas

Nas ribeiras naturais de tipo pequeno estudadas não se observou a presença de canas, tendo-se verificado apenas a presença pontual de silvas. Já nas ribeiras intervencionadas, foi registada a presença de canas e silvas, bem como nas ribeiras não intervencionadas (Figura 5.15).



**Figura 5.15** - Presença de invasoras em ribeiras pequenas: naturais, não intervencionadas e intervencionadas

Nas ribeiras, nas ribeiras naturais do tipo pequeno a complexidade ripária foi de grau médio, e de grau baixo a médio nas ribeiras intervencionadas (Figura 5.16).



**Figura 5.16** - Complexidade ripária em ribeiras pequenas: naturais, não intervencionadas e intervencionadas

Em termos de estratos de vegetação presente, verifica-se que as ribeiras agrícolas intervencionadas apresentam na grande maioria dos troços vegetação herbácea nas margens e taludes, e as ribeiras não intervencionadas apresentam vegetação herbácea e arbustiva nas margens e taludes, verificando-se pontualmente ainda a ocorrência de exemplares de porte arbóreo (Figura 5.17).

As diferenças obtidas relativamente às variáveis de alteração ripária entre ribeiras naturais e agrícolas de tipologia pequena não foram significativas. Foi possível verificar a ocorrência muito pontual de situações de erosão, ravinamento e assoreamento nalguns dos troços de ribeiras naturais e de ribeiras não intervencionadas, e situações destas com maior magnitude em troços de ribeiras intervencionadas.



**Figura 5.17** - Cobertura de vegetação nas margens e taludes de ribeiras agrícolas

Nas parcelas contíguas a ribeiras não intervencionadas, a ocupação cultural do solo caracteriza-se por culturas anuais (com um sistema de exploração em regime semi-extensivo), e para as parcelas integradas em ribeiras intervencionadas a ocupação cultural é feita sobretudo por culturas permanentes (como o olival e vinha, em regime intensivo). Para o caso de ribeiras naturais pequenas, a envolvente é montado em sob coberto (com um sistema de exploração em regime extensivo).

Para ribeiras pequenas, todas as ribeiras naturais apresentam uma forma em retângulo irregular na secção do canal. As ribeiras não intervencionadas para além de apresentarem uma forma em retângulo irregular, apresentam também formas de canal em V e em quadrado e as ribeiras intervencionadas apresentam secção de retângulo irregular (Figura 5.18 e 5.19).



**Figura 5.18** - Variáveis de alteração ripária em ribeiras pequenas: ribeiras naturais, não intervencionadas e intervencionadas





**Figura 5.19** - Variáveis de estrutura morfológica em ribeiras pequenas

Assim, o capítulo IV indica as seguintes conclusões:

- As ribeiras agrícolas intervencionadas e não intervencionadas são muito semelhantes, ou seja, ambas evidenciam alterações estruturais e má qualidade ecológica, com maior gravidade para as intervencionadas;
- A má qualidade ecológica das ribeiras dentro dos perímetros de rega é evidenciada pela ausência de estrato arbóreo, fraca estrutura da vegetação ribeirinha, mas também por fenómenos de erosão, ravinamento, assoreamento e abundância de espécies invasoras;
- As ribeiras naturais destacam-se sempre das outras duas pela sua singularidade: apresentam galerias ribeirinhas com estratos lenhosos relevantes, menos erosão, margens mais bem estruturadas, sem invasões;
- Portanto, a reabilitação de ribeiras agrícolas, para além de estar associada a um programa de limpeza cirúrgica que garanta a eficiência da drenagem, deve recriar galerias ribeirinhas semelhantes às naturais, por reconstrução das galerias ribeirinhas;
- A reconstrução de galerias pode incluir a combinação de espécies conducentes aos três estratos típicos, arbóreo, arbustivo e herbáceo; a plantação de árvores para a reabilitação; o controle de invasoras; o confinamento de partes do rio por forma a autorregenerar-se.

#### 5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A requalificação dos cursos de água dos perímetros de rega com o intuito de beneficiar a rede de drenagem não produz os resultados esperados a médio prazo, uma vez que a vegetação volta rapidamente a crescer e que o ravinamento e erosão se mantêm. Não é ecologicamente satisfatório e não representa uma ação na linha da Diretiva Quadro da Água, uma vez que compromete ainda

mais a qualidade ecológica. Bem entendido, referimo-nos apenas à percentagem de linhas de água que caem dentro das massas de água oficiais do país, senso DQA.

As ribeiras agrícolas não requalificadas dentro dos perímetros de rega, porém, mostram uma qualidade ecológica muito baixa e próxima das anteriores, uma vez que os agricultores usam a ribeira sem preocupações ambientais. As pressões predominantes parecem ser: assoreamento resultante do escoamento de materiais finos; escoamentos nutritivos levando a fenómenos de eutrofização, poluentes, desaparecimento quase total das galerias ribeirinhas e zonas de vegetação marginal que desempenham uma função filtradora muito importante, aumento de espécies invasoras.

Poderia pensar-se que ribeiras naturais de zonas mediterrâneas, sujeitas a um stress natural elevado, não apresentariam galeria ribeirinha e seriam naturalmente pouco estruturadas. Porém, a imagem obtida nas ribeiras naturais é muito consistente e representa o referencial de restauro para as ribeiras em zonas agrícolas: galerias ribeirinhas bem constituídas e com vários estratos (freixos, choupos e salgueiros, loendreiro e tamargueiras), ensombrando parte do canal, diversidade florística, água pouco turva e sem sinais evidentes de eutrofização, substrato grosseiro e não assoreado com elementos finos, margens com pouca erosão, sem fenómenos de invasão do corredor fluvial.

Esta tese de doutoramento permitiu compreender os efeitos das ações de requalificação de ribeiras alentejanas em zonas agrícolas, ajudar na definição de ações futuras de intervenção de melhoria de drenagem, realizar melhor a gestão da vegetação ribeirinha, conciliando esta com a manutenção e restauro da qualidade ecológica e contribuindo para um melhor ambiente nos perímetros de rega do EFMA.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agroges, Ecosystema, Nemus (2012). Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica do Guadiana (RH 7).

Agroges, Ecosystema, Nemus (2012). Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica do Sado (RH 6).

Aguiar F., Costa J.C., Duarte M.C., Fabião A.D., Ferreira M.T., Ramos I.L., Lousã M., Monteiro, F.P., Moreira I. & Saraiva G. (1999). *As galerias ribeirinhas na paisagem mediterrânica: reconhecimento na bacia hidrográfica do rio Sado*. ISA Press. Lisboa.

Aguiar F.C., Moreira I. e Ferreira M.T. (2001). Exotic and native vegetation establishment following channelization of a western iberian river. *Regulated Rivers: Research and Management*. Vol.17 pp: 509-526.

Allan, J. D.(1995). *Stream Ecology: Structure and function of running waters*. Chapman & Hall, London, 388 pp.

Allan, J. D.(2004). Landscapes and Riverscapes: The influence of Land Use on Stream Ecosystems. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* Vol.35 pp: 257-284.

Alves, M.H., Bernardo, J.M. (1998). *Novas perspectivas para a determinação do caudal ecológico em regiões, semiáridas*. Seminário sobre Barragens e Ambiente. Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens, Porto.

Aqualogus (2010). *Estudo de impacte ambiental da estação elevatória e circuito hidráulico do Pedrógão*. Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas do Alqueva., S.A.

Arizpe, D. *et al* (2008). *Sustainable riparian zones - a management guide*. Alpiarça, PRT: Câmara Municipal de Alpiarça.

Arthington AH.(2002). Environmental flows: ecological importance, methods and lessons from Australia. *Mekong Dialogue Workshop. International transfer of river basin development*.

Barbour, M. T., J. Gerritsen, Snyder B. D. & Stribling J. B., (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. (2nd ed).

- Bell, G.P. (1997). Ecology and Management of *Arundo donax*, and approaches to riparian habitat restoration in southern California in Brock, J.H, Wade, M., Pysek, P. & Green, D. (eds). *Plant invasions: Studies from North America and Europe*. Pp. 103-113 Leiden, The Netherlands: Backhuys.
- Bernardo J.M.; Ilhéu M.; Matono P.; Costa A.M. (2003). Interannual variation of fish assemblage structure in a Mediterranean river: implications of stream flow on the dominance of native or exotic species. *River Research and Application* Vol.19 pp.521-532.
- Bernhardt, E.S., Palmer, M.A. (2007). Restoring streams in a urbanizing world. *Freshwater Biology*, Vol. 52 nº4, pp. 738-751.
- Boavida, I. et al., (2011). A importância do troço de referência para a requalificação fluvial. 11<sup>o</sup> Congresso da Água.
- Boon, P.J. (1998). River restoration in five dimensions. *Aquatic Conservation Marine Freshwater Ecosystems*. Vol. 8, pp. 257–264.
- Boulton, A. J. & Lake P. S. (1992). The ecology of two intermittent streams in Victoria, Australia. III Temporal changes in faunal composition. *Freshwater Biology* Vol. 27, pp.123-138.
- Boulton, A. J. & Lake P. S. (1990). The ecology of two intermittent streams in Victoria, Australia. I Multivariate analyses of physicochemical features. *Freshwater Biology* Vol. 24 pp. 123-141.
- Boulton, A. J. (2007). Hyporheic rehabilitation in rivers: restoring vertical connectivity. *Freshwater Biology* Vol. 52, pp.632-650.
- Bravard J.P., Amoros C. and Patou G. (1986). Impacts of civil engineering works on the succession of communities in a fluvial system: a methodological predictive approach to a section of the Upeer Rhône River. *OIKOS*, Vol.47, pp.92-111.
- Brock, M. A., Smith R. G. B. & Jarman P. J. (1999). Drain it, dam it: alteration of water regime in shallow wetlands on the New England Tableland of New South Wales, Australia. *Wetlands Ecology and Management* Vol. 7, pp. 37-46.
- Brooker, M. P.; Morris, D. L. & Wilson, C.J. (1978) Plant-flow relationships in the R. Wye catchment. *Proc. EWRS 5th Symposium On Aquatic Weeds.*, pp. 63-70.
- Brookes A. (1986). Response of aquatic vegetation to sedimentation downstream from channelization works in England and Wales. *Biological Conservation* Vol. 38, pp: 351–367.



- Brookes A. (1995). The importance of high flows for riverine environments *in* Harper, D.M., & Ferguson, A.J.D. (eds) *The Ecological Basis for River Management*, John Wiley & Sons Ltd: Chichester; pp. 33–49.
- Brookes, A. (1996): River Restoration Experience in Northern Europe *in* Brookes, A. & Shields, F.A. (Eds.): *River Channel Restoration*, Wiley, Chichester, pp. 233-268.
- Brookes, A. (1985b). River channelization: traditional engineering methods, physical consequences and alternative practices. *Progress in Physical Geography Vol. 9*, pp. 44-73.
- Brooks, A. (1988). *Channelized Rivers: Perspectives for Environmental Management*. John Wiley & Sons, Chichester, 326 pp.
- Brooks, A. P., Gehrke P.C, Jansen J. D. & Abbe T. B., (2004). Experimental reintroduction of woody debris on the Williams River, NSW: Geomorphic and Ecological Responses. *River Research and Applications Vol. 20*, pp. 513-536.
- Brown, L. R.(2005). Aquatic assemblages of the highly urbanized Santa Ana River Basin, California. *American Fisheries Society Symposium. Vol.47*, pp.263-287.
- Bunn, S. E., Davies P. M. & Mosisch T. D., (1999). Ecosystem measures of river health and their response to riparian and catchment degradation. *Freshwater Biology. Vol.41*, pp.333-345.
- Bussab, W.O.; Miazaki, E.S.; Andrade, D. F. (1990) *Introdução à análise de agrupamentos*. IME-USP.1.1.
- Caffrey J. (1987). Macrophytes as indicators of organic pollution in Irish rivers *in* Richardson D. (ed.), *Biological Indicators of Pollution*, Royal Irish Academy, Dublin.
- Calow, P., (1992). Can ecosystems be healthy? Critical considerations of concepts. *Journal of Ecosystem Health, Vol.1*, pp. 1-5.
- Cave, T. G. (1981).Current weed control problems in land drainage channels. *Proc.Conference of Aquatic Weeds and their control. Oxford 5-14*.
- CCDR-ALENTEJO (2001). Sector pouco produtivo das rochas ígneas e metamórficas da Zona de Ossa Morena *in* ERHSA, *Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo. Évora.

CEC, (2009). *Adapting to climate change: the challenge for European agriculture and rural areas accompanying document to the White Paper on Climate change*. Commission of the European Communities, Brussels.

Cederholm, C. J. and Koski, K. V. (1977). *Effects of stream channelization on the salmonid habitat and populations of lower Big Beef Creek, Kitsap County, Washington, 1969-73*, University of Washington. Seattle: Washington Cooperative Fishery Research Unit, College of Fisheries.

Chessman, B., Growns, I., Curreys, J. y Plunkett-Cole N. (1999): Predicting diatom communities at the geuns level for the rapid assessment of rivers, *Freshwater Biology* Vol. 41, pp.317-331.

Chin, A., Gregory, K.J.(2005). Managing urban river channel adjustments. *Geomorphology*, Vol.69 , nº1-4, pp.28-45.

Chovanec, A., Jäger, P., Jungwirth, M., Koller-Kreimel, V. Moog, O. Muhar, S. & Schmutz, St. (2000). The Austrian way of assessing the ecological integrity of running waters: a contribution to the EU Water Framework Directive. *Hydrobiologia* Vol.422/423, pp.445-452.

Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* Vol.18, pp.117–143.

Coelho, J., Teiga, Maia P.M.R. (2010). *Proposta de indicadores de acompanhamento de obras de reabilitação fluvial. Caso de aplicação do rio Este. Braga*. Paper presented at the 4as Jornadas de Hidráulica. Recursos Hídricos e Ambiente da FEUP. Porto.

Coffman, G. C. (2007). *Factors influencing Invasion of Giant Reed (Arundo donax) in Riparian Ecosystems of Mediterranean-type Climate Regions*. Ph.D dissertation. Los Angeles, CA: University of California. 267 p.

Corning, R. V. (1975). *Channelization: shortcut to nowhere: Virginia Wildlife*, Feb., p. 6–8.

Cummins, K.W.(1992). Catchment characteristics and river ecosystems. in Boon, P.J., Calow, P. & Petts, G.E. (eds.) *River Conservation and Management*, pp. 125-135. John Wiley & Sons, Chichester.

Daniels, R. B. (1960). Entrenchment of the Willow Creek Drainage Ditch, Harrison County, Iowa. *American Journal of Science* Vol.258, pp. 161-176.

Darby, S.E. e Wiley, A.S. (2000) *Incised River Channels: Processes, Forms, Engineering and Management* Chichester, 442 pp.

Davies, N. M., R. H., Norris & Thoms M. C., (2000). Prediction and assessment of local stream habitat features using large-scale catchment characteristics. *Freshwater Biology* Vol.45, pp. 343-369.

Dawson, F. H. (1978). The seasonal effects of aquatic plant growth on the flow of water in a stream. *Proc. EWRS 5th Symp. On Aq. Weeds* pp. 71-78.

Death, R. G., (1996). The effect of patch disturbance on stream invertebrate community persistence: the influence of disturbance history. *Oecologia* Vol.108, pp. 567-576.

Décamps H., Fortune M., Gazelle F., Pauto G. (1988). Historical influence of man on the riparian dynamics of a fluvial landscape. *Landscape Ecology* Vol.1, pp.163-173.

Demars B.O.L., Harper D.H. (1995). The aquatic macrophytes of an English lowland river system: assessing response to nutrient enrichment. *Hydrobiologia* Vol.384, pp.75-88.

diCatri F. (1990). On invading species and invading ecosystems: the interplay of historical chance and biological necessity. in: di Catri F., Hansen, A.J. and Debussche, M. (eds), *Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin*. Kluwer Academic Publishers Dordrecht. Pp. 3-16.

diCatri F. (1991). An ecological overview of the five regions of the world with a Mediterranean climate. in Groves, R.H. & di Catri, F. (eds) *Biogeography of Mediterranean Invasions*, Cambridge University Press: Cambridge; 3–16.

diCatri, F., Hansen, A.J.& Debussche, M.(1990). *Biological invasions in Europe and in the Mediterranean Basin*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, 463 p.

Dillon, W.R., Goldstein, M. (1984). *Multivariate analysis. Methods and applications*. New York, John Wiley & Sons.

Directiva 2000/60/CE, 2000. Jornal Oficial das Comunidades Europeias. Disponível em <http://dqa.inag.pt/dqa2002/pdf/D.Q.pdf>.

Dobson, A., Bradshaw, A.D. & Baker, A.J.M. (1997). Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. *Science* Vol.277, pp.515–522.

Downes, B. J., Lake P. S., Schreiber E. S. G. & Glaister A. (1998). Habitat Structure and Regulation of local species diversity in a stony, upland stream. *Ecological Monographs* Vol.68 pp. 237-257.

- Duarte M.C., Moreira I. (2002). Suplemento 1. Composição florística e agrupamentos fitossociológicos dulçaquícolas. in Moreira I., Ferreira M.T., Cortes R., Pinto P. e Almeida P.R. (eds.), *Ecossistemas Aquáticos e Ribeirinhos. Ecologia, Gestão e Conservação*. Instituto da Água, MCOTA. pp. S1.1-S1.50.
- Dudley TL. (2000). *Arundo donax* L., pp. 53-58. in: Bossard, C.C., Randall, .M. & Hoshovsky, M.C. (eds.). *Invasive plants of California's wildlands*. University of California Press, Berkeley, CA.
- Dwire, KA., Lowrance, R.R. (2006). Riparian ecosystems and buffers - multiscale structure, function, and management: Introduction. *Journal of the American Water Resources Association* Vol.42, pp.1-4.
- EEA (2009). *Water resources across Europe. Confronting water scarcity and drought*. European Environmental Agency Copenhagen.
- Emerson, J. W. (1971). Channelization: A case study. *Science* Vol.173, pp. 325-326.
- Environment Protection Agency (2003). River Habitat Survey in Britain and Ireland. *Field Survey Guidance Manual: 2003*.
- ERHSA (2000). Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo
- ERHSA, (2002a). Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo. Relatório Técnico do ERSA. Volume 6, Anexo II.14.E – Sector de Vidigueira-Selmes.
- ERHSA, (2002b). Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo. Relatório Técnico do ERSA. Volume 9, Anexo II.17 – sector Pouco produtivo da Zona da Ossa Morena.
- Erskine, W.D & Webb, AA.(2003). Desnagging to resnagging: new directions in river rehabilitation in southeastern Australia. *River Research and Applications*, Vol.19, nº3, pp.233-249.
- FAO (Ed.) (1994). *Soil map of the world – revised legend with corrections*. ISRIC Technical Paper, Wageningen. ISBN 90-6672-057-3.
- FAO (1998). *World Soil Resource Report 84. International classification*.
- Fao/Unesco (1974). *Soil Map of the World (1: 500000).*, vol. 1, *Legend*. Unesco, Paris.
- Fao/Unesco (1987). *Soil Map of the World.Revised Legend.Amended Fourth Draft. World Soil Resources Report 60*. FAO. Rome.

Fao/Unesco (1988). Soil Map of the World. Revised Legend with corrections. *World Resources Report 60*. Rome. Fao.(Reprinted as Technical Paper 20).ISRIC. Wageningen, 1994.

Fao-Unesco (Ed.) (1974–1981). *Soil Map of the World.18 Karten 1:5 Mio*. Unesco, Paris.

Fausch, K., Torgersen, C.E., Baxter, C.E. & H. W. Li (2002). Landscapes to riverscapes: bridging the gap between research and conservation of stream fishes, *BioScience*, Vol.52, pp. 1-16.

Fernandez, O.V.Q e Arndt, M.A. (2005). Caraterísticas físicas e hidráulicas de habitats aquáticos no trecho superior do córrego Guavirá em Marechal Cândido Rondon (PR). *XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, São Paulo (SP), Anais em Cd-rom, 234-239.

Ferreira, M. T. (1992). *Estrutura e dinâmica das comunidades de macrófitos lóticos da bacia hidrográfica do Sorraia*. Dissertação de Doutorado. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. 340p.

Ferreira, M.; Aguiar, F. (2006). Riparian and aquatic vegetation in Mediterranean-type streams (western Iberia). *Limnetica*, Vol.25, nº2, pp.411-424.

Ferreira, M.T., Rodriguez-González, P., Aguiar F.C., Albuquerque A. (2005b). Assessing biotic integrity in Iberian rivers: development and evaluation of a multimetric plant index. *Ecological Indicators*, Vol.5, pp.137-149.

Finlayson B.L., McMahon T.A. (1988). Australia v the world: a comparative analysis of streamflow characteristics. in: Warner RF (ed) *Fluvial geomorphology of Australia*. Academic Press, Marrickville, NSW, pp 17–40.

Fisrwg, (1998). *Stream Corridor Restoration. Principles, Processes, and Practices*. Springfield.

Fontura, P.T.G. (2009). *An Approach For Urban Rivers - Natural Value Evaluation*. Dissertação Apresentada Para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Ambiental, Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica.

Frissel C.A., Liss W.J., Warren C.E., Hurley M.D. (1986). A hierarchial framework for stream classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental management*. Vol.10, pp. 199-214.

Frissell, C.A. e Ralph, S.C. (1998).Watershed Restoration in Naiman, R. J., R. E. Bilby (eds). *River Ecology and Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion*. Springer-Verlag, New York.

- Galay, V.J. (1983). Causes of river bed degradation. *Water Resources Research* Vol. 19, pp. 1057-1090.
- Garcia de Jalon D. (1987). River regulation in Spain. *Regulated Rivers: Research and Management* Vol.1, pp. 34-38.
- García de Jalón, D., M. González del Tánago & C. Casado (1992). Ecology of Regulated Streams in Spain: An Overview. *Limnetica* Vol 8. pp.161-166.
- Gasith A. and Resh V.H. (1999).Streams in Mediterranean climate regions: abiotic influences and biotic responses to predictable seasonal events. *Annual review of ecology and systematics* Vol.30, pp.51-81.
- Gauch, H.G.J. (1982). *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press.
- Gispert, A.V., & Amich, R.M (2002). *Life-history patterns of 25 species from European freshwater fish communities*. University of Girona.
- González del Tanago, M., D. García De Jalón, D. (2001). River restoration in Spain. Case study: Llobregat River. In-stream flows in Spain. in Nijland, H.J. & Cals, M.J.R. (eds) *River Restoration in Europe*: pp. 293-296. RIZA, Lelystad, Holland.
- González del Tanago, M.,García De Jalón, D.(1995). Principios básicos para la restauración de rios y riberas, *Ecología*, 9, 47-64.
- González-Bernáldez F., Levassor C., Peco B. (1989). Landscape ecology of uncultivated lowlands in central Spain. *Landscape Ecology* Vol.3, pp.3-18.
- Gordon, N.D., Mac Mahon, T.A., Finlanson, B.L. (1992).*Stream Hydrology: An Introduction to Ecologists*, John Wiley & Sons, Chichester.
- Gray, J.R. & Edington, J. M. (1969). Effect of woodland cleareance on stream temperature. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* Vol. 26, pp.399-403.
- Gregory S.V., Swanson F.J., Mckee W.A. & Cummins K.W. (1991).An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience* Vol.41, pp.540-551.

- Growns I., Gerhrke P.C., Astles K.L., Pollard D.A. (2003). A comparison of fish assemblages associated with different riparian vegetation types in the Hawkesbury-Nepean River system. *Fisheries Management and Ecology*, Vol.10, pp.209–220.
- Gurnell, A. M. & Midgley, P. (1984). Aquatic weed growth and flow resistance: influence on the relationship between discharge and stage over a 25 year gauging station record. *Hidrological Processes*. Vol.8, pp.63-73.
- Harmon, M. E., *et al* 1986). Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research* Vol.15, pp. 133-302.
- Harris, G.P. (1994): Pattern, process and prediction in aquatic ecology. A limnological view of some general ecological problems, *Freshwater Biology*, Vol.32, pp.143-160.
- Hellawell, J.M. (1996).The contribution of biological and chemical techniques to the assessment of water quality. in Boon P.J. & Howell, D. L. (eds.) *Freshwater quality: defining the indefinable?*, pp.89-101.Scottish Natural Heritage. The Stationery Office, Edinburgh.
- Hendry, K., Cragg-HineD., Sambrook H., Stephen A. (2003). Management of habitat for rehabilitation and enhancement of salmonid stocks. *Fisheries Research* Vol.62, pp. 171-192.
- Hering D.; Moog O.; Sandin L.; Verdonschot P.F.M. (2004). Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia* Vol.516, pp. 1-20.
- Hering, D., O. Moog, L. Sandin & P. F. M. Verdonschot, 2004. Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia* 516: 1-21.
- Herr, L. A. 1973. Panel on stream channelization and trout fisheries. *Trout Magazine*, Vol.14, pp.25-26.
- Hilderbrand, R. H., Lemly, A.D, Dolloff. C.A. & Harpster, K.L. (1997). Effects of large woody debris placement on stream channels and benthic macroinvertebrates. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol.54, pp. 931-939.
- Holland M.M (1988).Scope/MAB Technical Consultations on Landscape Boundaries.Report on a Scope/Mab Workshop Ecotones. *Biology International, Special Issue*, Vol.17, pp. 47-106.
- Holling, C. S.(1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* Vol.4, pp. 1-23.

- Holmes NTH, Newman JR, Chadd S, Rouen KJ, Saint L e Dawson FH.(1999). *Mean Trophic Rank. A User's Manual. R&D Technical Report E38*. Bristol: Environment Agency, Bristol.
- Horner, R. R. and Welch, E. B. (1982). *Impacts of channel reconstruction in the Pilchuk River*, Washington State Department of Transportation Highway Runoff Water Quality Research Project / Environmental Engineering and Science Program, Dept. of Civil Engineering, University of Washington. Seattle, Washington.
- Hughes F.M.R. (1997). Floodplain biogeomorphology. *Progress in Physical Geography* Vol.21, pp.501–529.
- Hunsaker, C. T. & Levine, D.A.(1995). Hierarchical Approaches to the Study of Water Quality in Rivers. *BioScience* Vol.45:, pp.193-203.
- Hupp C.R. (1992). Riparian vegetation recovery following stream channelization: a geomorphic perspective. *Ecology* Vol.73, nº4, pp.1209-1226.
- Hynes, H.B.N., (1975). The stream and its valley. *Limnologie*, Vol.19, pp.1-15.
- (2006). *Implementação da Diretiva Quadro de Água 2000-2005*, Instituto da Água, Lisboa.
- IHERA, 2003. *Estudo de Caracterização dos Solos e Esboço de Aptidão das Terras para o Regadio à Escala 1:25.000 na Área a Beneficiar com o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva*.
- Ilhéu M. (2004). *Padrões de uso de habitat da ictiofauna em rios de tipo mediterrânico*. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Évora.
- Illies J. (1978). *Limnofauna Europaea*. Gustav FischerVerlag, Stuttgart.
- INAG (1999), *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Guadiana*.
- INAG, DORDH e DAU. (2008). *Orientações para a elaboração de projetos de drenagem dos blocos de rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva*.
- INAG, I.P. (2008). *Tipologia de Rios em Portugal Continental no âmbito da implementação da Diretiva Quadro da Água. I. Caracterização abiótica*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.
- IUCN (1994).International Union for the Conservation of Nature.Red List Categories. IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland.



IUCN(1996).IUCN Red List of Threatened Animals.International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland.

Jackson, J. E. (1981). Principal components and factor analysis: Part I – principal components. *Journal of Quality Technology*. Vol. 12, nº4, pp. 201-213.

Jansson, R., Backx, H., Boulton, A.J., Dixon, M., Dudgeon, D., Hughes, F. M. R., Nakamura, K., Stanley, E.H., & Tockner, K. (2005). Stating mechanisms and refining criteria for ecologically successful river restoration: a comment on Palmer *et al.* (2005). *Journal of Applied Ecology* Vol.42, pp. 218-222.

Jesus, T. M. G. M. (2001). *Centrais Hidroelétricas de Pequena Dimensão: Impacto na Dinâmica da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos e na Variação da Qualidade da Água (Mini-hídrica de Vila Viçosa e “Cascata do Alva”)*. Dissertação de Doutoramento. Departamento de Zoologia e Antropologia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto.

Jongman, R.H.G.; Terbraak, C.J.F. & Van tongeren.(1995). *O.F.R. Data analysis in community and landscape ecology*. 2nd ed., Cambridge, Cambridge Univ.

Jungwirth M., Muhar S. and Schmutz S. (2002).Re-establishing and assessing ecological integrity in riverine landscapes. *Freshwater Biology*, Vol.47, pp. 867-887.

Kail, J., Hering, D., Muhar, S., Gerhard, M. & Preis, S. (2007). The use of large wood in stream restoration: experiences from 50 projects in Germany and Austria. *Journal of Applied Ecology* Vol.44, pp.1145-1155.

Karr, J. R. (1991). Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecological Applications* Vol.1, pp. 66-84.

Karr, J. R., Fausch, K.D., Angermeier, P.L., Yant., P.R., Schlosser I.J. (1986). Assessing Biological Integrity in Running Waters: A Method and its Rationale. *III Natural History Survey. Special Publication 5*, Urbana, IL, USA, 28 pp.

Karr, J.R. & Dudley, D.R. (1981). Ecological perspectives on water quality goals. *Environmental Management*, Vol.5, pp.55-68.

Karr, J.R., Chu, Y.E.W. (1999). *Restoring Life in Running Waters: Better Biological Monitoring*. Island Press Washington, D.C.206 pp.

- Kasahara, T. & Hill, A.R. (2007). Instream restoration: its effects on lateral stream-subsurface water exchange in urban and agricultural streams in Southern Ontario. *River Research and Applications*, Vol 23, pp. 801-814.
- Keller, E. A. (1976). *Channelization: Environmental, geomorphic and engineering aspects*. Pages 115-140 in Coates, D.R. editor.
- Khattab, A: F. & El-Gharably, Z. A. (1990). Aquatic weeds and their effect on channel roughness. Proc. *EWRS 8th Symp. on Aq. Weeds*, pp.145-149.
- Knight C.L, Briggs J.M. e Nellis M.D. (1994). Expansion of gallery forest on Konza Prairie Research Natural Area, Kansas. *Landscape Ecology* Vol.9, pp. 117-125.
- Kondolf G. M., Kattelmann R., Embury M. e Erman D.C. 1996. *Status of riparian habitat. Sierra Nevada Ecosystem Project: Final Report to Congress, vol. II. Assessments and scientific basis for management options*. Davis: University of California, Centers for Water and Wildland Resources: 1009-1030.
- Kronvang B., Jeppsen E., Conley D.J., Søndergaard M., Larsen S.E., Ovesen N.B., Carstensen J. (2005). Nutrient pressures and ecological responses to nutrient loading reductions in Danish streams, lakes and coastal waters. *Journal of Hydrology* Vol. 304, pp. 274–288.
- Kronvang, B., Bechamnn, M., Lundekvam H. Behrendt, H., Rubæk, G.H., Schoumans, O.F., Syversen, N., Andersen, H.E. & Hoffmann, C.C. (2005). Phosphorous Losses from Agricultural Areas in River Basins: Effects and Uncertainties of Targeted Mitigation Measures. *Journal of Environmental Quality*, Vol. 34, pp. 2129-2144.
- Large A.R.G., Prach K., Bickerton M.A., Wade M. (1994). Alteration of patch boundaries on the floodplain of the regulated river trent, UK. *Regulated Rivers: Reserarch and Management* Vol.9, pp. 71-78.
- Larsen, P. (1994). Restoration Of River Corridors. German Experiences, in Calow, P. & Petts, G.E. (eds.) *The Rivers Handbook*, 419-440. Blackwell Scientific, Oxford.
- Lazdinis, M., Angelstam, P. (2005). Functionality of riparian forest ecotones in the contex of former Soviet Union and Swedish forest management histories. *Forest Policy and Economics*, Vol.7, pp. 321-332.
- Lencastre A. & Franco, F. M. (1984). *Lições de Hidrologia*, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 450 pp.

- Leonard, A. W., Hyne, R. V. , Lim, R. P. & Chapman J. C. (1999). Effect of Endosulfan Runoff from Cotton Fields on Macroinvertebrates in the Namoi River. *Ecotoxicology and Environmental Safety* Vol.42, pp. 125-134.
- Lepart J. & Debussche M. (1992). Human impact on landscape patterning. *in*: Hansen A. J. & Di Castri F. (eds). Landscape Boundaries. Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows. *Ecological Studies* 92.Springer-Verlag, New-York. Pp. 76-106.
- Lester, R. E. & Boulton A. J., (2008).Rehabilitating Agricultural Streams in Australia with Wood: A Review. *Environmental Management* Vol.43, pp. 310-326.
- Logan, P., Furse M. (2002). Preparing for the European Water Framework Directive-making the links between habitat and aquatic biota. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Vol. 12, pp. 425-437.
- Lovell, S.T., Sullivan W.C. (2006). Environmental benefits of conservation buffers in the United States: Evidence, promise and open questions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* , Vol.112, pp. 249-260.
- Lowrance, R., Todd R., Fail J. Jr., Hendrickson Jr O., Leonard, R., Asmussen L. (1984). Riparian Forests as Nutrient Filters in Agricultural Watersheds. *BioScience* Vol.34, pp. 374-377.
- Lyon, J., Gross N.M. (2005). Patterns of plant diversity and plant-environmental relationships across three riparian corridors. *Forest Ecology and Management* Vol.204, pp. 267-278.
- Maddock, I.(1999). The importance of physical habitat assessment for evaluating river health. *Freshwater Biology* Vol.41, pp.373-391.
- Malanson G.P. (1993). *Riparian landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Malard F, Uehlinger, U., Zah, R., & Tockner K. (2006) Flood-pulse and riverscape dynamics in a braided glacial river. *Ecology* Vol.87, pp. 704-716.
- Malason G.P., & Cramer B.E. (1999).Landscape heterogeneity, connectivity and critical landscapes for conservation. *Diversity and distributions* Vol.5, pp. 27-39.
- Mander, U., Kuusements, V. & vask, M. (1995).Nutrient dynamics of riparian ecotones: a case study from the Porijõgi River catchment; Estonia. *Landscape and Urban Planning* Vol. 31, pp. 333-348.

- Manly, B.F.J. (1994). *Multivariate statistical methods: a primer*. 2nd ed., London, Chapman & Hall.
- Martins, J.P (2010). Urban Water and Wastewater Management. *World Water and Environmental Engineering*, Vol. 31 nº. 2.
- McCune, B., Mefford M. J. (1999). PC-ORD. *Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4.0.MjM Software Design*, Gleneden Beach, Oregon.237 pp.
- McCune, B., Mefford M. J. (2011). PC-ORD. *Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.MjM Software*, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- McIntyre S., Hobbs R. (1999). A framework conceptualizing human effects on landscapes and its relevance to management and research models. *Conservation Biology*, Vol. 13, nº3, pp. 1282-1292.
- Meehan, W.R., ed.(1991). *Influences of forest and rangeland management on salmonid fishes and their habitats*. American Fisheries Society Special Publications 19.622 pp.
- Millennium ecosystem assessment (2005). *Avaliação do milénio*. Disponível em <http://www.maweb.org/en/index.aspx>, acedido em 2012.
- Miller, W. & A. J. Boulton (2005). Managing and rehabilitating ecosystem processes in regional urban streams in Australia. *Hydrobiologia* Vol.552, pp. 121-133.
- Monteiro, A.M.S. (1989). *Infestantes Aquáticas - luta química e impacte ambiental..* Dissertação de Mestrado. ISA.UTL. 126 p.
- Moreira I. & Duarte M.C. (2002). Comunidades vegetais aquáticas e ribeirinhas. in: Moreira, I., Ferreira, M.T., Cortes, R., Pinto, P. & Almeida, P.R. (Eds.). *Ecossistemas aquáticos e ribeirinhos: Ecologia, Gestão e Conservação*. Instituto da Água. Lisboa. pp 3.3-3.30.
- Mosich, T. D., Bunn, S. E. (1997). Temporal patterns of rainforest stream epilithic algae in relation to flow-related disturbance. *Aquatic Botany* Vol.58, pp. 181-193.
- Moxey, A. (2012). *Agriculture and water quality: monetary costs and benefits across OECD countries*. Organization for Economic Co-operation and development.
- Murphy, M.L. (1995). *Forestry impacts on freshwater habitat of anadromous salmonids in the Pacific Northwest and Alaska-requirements for protection and restoration*. Silver Springs, MD, NOAA Coastal Ocean Office. 156 pp.

- Naiman R., Bunn S., Nilsson C., Petts G., Pinay G., Thompson L. (2002). Legitimizing Fluvial Ecosystems as Users of Water: An Overview. *Environmental Management* Vol.30, nº4, pp:455-467.
- Naiman R.J., Décamps H., Pollock M. (1993). The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications* Vol.3, pp. 209-212.
- Naiman R.J., Decamps H.(eds.) (1990). The Ecology and Management of Aquatic Terrestrial Ecotones, *Man and the Biosphere Series*, 4, Unesco, Paris.
- Naiman R.J., Décamps H., McClain M.E. (2005) *Ripária: Ecology, conservation and management of streamside communities*. Elsevier/ Academic Press, San Diego.
- Naiman, R.J. & Décamps H. (1997). The ecology of interfaces: riparian zones, *Annual Review of Ecology and Systematics* Vol.28, pp. 621-658.
- Naveh Z. & Vernet J.L. (1991). The paleohistory of the Mediterranean biota. in: Di Castri F. & Groves R.H. (eds), *Biogeography of Mediterranean Invasions*. Cambridge University Press Cambridge. Pp. 19-33.
- Nemus (2008). *Relatório de Conformidade Ambiental dos projetos de Execução (RECAPE) do Bloco de Serpa e do Bloco de Brinches-Enxoé*. Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas do Alqueva, S.A.
- Nicholls, R.J., Wong, P.P., Burkett, V.R., Codignotto, J.O., Hay, J.E., McLean, R.F., Ragoonaden, S. & Woodroffe, C.D. (2007). Coastal systems and low-lying areas. in: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. & Hanson, C.E. (Eds.) *Climate Change (2007). Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 315-356.
- Nilsson C., Svedmark M. (2002). Basic Principles and Ecological Consequences of Changing Water Regimes: Riparian Plant Communities. *Environmental Management* Vol.30, nº4, pp.468-480.
- Nilsson C. (1996). Remediating river margin along fragmented and regulated rivers in the north: what is possible? *Regulate Rivers: Research and Management* Vol.12, pp. 415-431.
- Norris, R. H.,Thoms M. C. (1999). What is river health? *Freshwater Biology* Vol.41, pp. 197-209.
- Norris, R.H., Thoms M.C. 1999). River Health. *Freshwater Biology*, Vol.41, pp.194-479 Oxford.

- Novotny, V., Bartošová, A., O'Reilly, N. & Ehlinger, T, (2005) .Unlocking the relationship of biotic integrity of impaired waters to anthropogenic stresses. *Water Research* Vol.39, pp. 184-198.
- NRC National Research Council (1992). *Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology and Public Policy*. National Academy Press. Washington, D.C.
- NRC (1992). National Research Council. *Restoration of Aquatic Ecosystems. Science, Technology, and Public Policy*. Washington D. C.: National Academy Press.
- Oakins, A. J. (2005). *An Assessment and Management Protocol for Arundo donax in the Salinas Valley Watershed*. Aquatics Article A Capstone Project Presented to the Faculty of Earth Systems Science and Policy in the Center for Science, Technology and Information Resources at California State University Monterey Bay.
- Ormerod, S.J. (2003). Restoration in applied ecology: editor's introduction. *Journal of Applied Ecology*, Vol.40, pp. 44–50.
- Ormerod, S.J. (2004). A golden age of river restoration science? *Aquatic Conservation Marine Freshwater. Ecosyst.ems* Vol.14, pp. 543–549.
- Palmer, M. A.,(2005). Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology* Vol.42, pp. 208-217.
- Paul, M. J., Meyer, J.L. (2001).Streams in the Urban Landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics* Vol.32, pp. 333-365.
- Pedroli, B., de Blust, G., Van Looy, K., Van Rooij, S. (2002).Setting targets in strategies for river restoration. *Landscape Ecology*, Vol.17, pp. 5–18.
- Peel, M.; Finlayson, B.; McMahon, T. (2007). Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth Systems Sciences*, Vol.11, pp.1633-1644.
- Pei, Y., Lin, C., Tian, Z. (2009). *An integrated rehabilitation of urban water environment in Guilin City, China*, Beijing.
- Perdue, R. E. (1958). *Arundo donax* - source of musical reeds and industrial cellulose. *Economy Botany* 12, nº4, pp. 368-404.
- Petts G.E. & Amoros C. (eds.) (1996).*Fluvial Hydrosystems*. Chapman & Hall, London, 322 p.

- Petts GE, Amoros C. (1996). Chapman and Hall: London; 280-298.
- Petts, G.E. (1994). Rivers: dynamic components of catchment ecosystems. *in* Calow, P. e Petts, G. E. (eds.) *The Rivers Handbook, Volume 2*, pp. 3-22. Oxford Scientific Publications.
- Petts, G.E. (2001). *Geo-ecological Perspectives for the Multiple Use of European River*.
- Pielou, E.C. (1984). *The Interpretation of Ecological Data*. John Wiley & Sons, New York, London, Sidney, Toronto.
- Pielou, E.C. (1977). The interpretation of ecological data; a primer on classification and Ordenation
- Piest, R. F., Elliot, L. S., and Spomer, R. G. Erosion of the Tarkio drainage system, 1845-1976. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* Vol. 20, pp. 458-488, 1977.
- Piest, R. F., Elliot, L.S., Spomer, R.G. (1977).Erosion of the Tarkio drainage system, 1845-1976.
- Pimenta, M.T. (1998). *Caracterização dos Solos a Sul do Rio Tejo*. INAG. 19 p
- Pinay G., Décamps., Fustec E. (1990). Functions of ecotones in fluvial systems. *in*: Naiman R.J. e Décmaps H.(eds.). *The Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones, Man and Biosphere Series, 4*, UNESCO, Paris. Pp. 141-170.
- Pitlo, R. H (1982). Flow resistance of aquatic vegetation. *Proc. EWRS 6th Symposium On Aquatic Weeds*, pp.225-234.
- Pitlo, R. H. & Dawson, F. H. (1990).Flow-resistence of aquatic weeds. *in* Pieterse, A. H. & Murphy, K.J. (Eds) *Aquatic Weeds – The ecology and Management of Nuisance Vegetation*. Oxford University Press. Oxford, p. 74-84.
- Planty-Tabacchi A.M., Tabacchi E., Naiman R.J., de Ferrari C. , Décamps H. 1996. Invasibility of species-rich community in riparian zones. *Conservation Biology*, Vol.10, pp.598-607.
- Platts, W. S., Nelson R. L. (1985). Stream habitat and fisheries response to livestock grazing and instream improvement structures, Big Creek, Utah. *Journal of Soil and Water Conservation* Vol.40, pp. 374-379.
- Poff N.L., Allan J.D., Bain M.B., Karr J.R., Prestegard K.L., Richter B., Sparks R. & Stromberg J. (1997). The natural flow regime: a new paradigm for river conservation and restoration. *Bioscience* Vol.47, pp.769-784.

- Pontes, A.C.F. (2005). *Análise de variância Multivariada com a utilização de testes não paramétricos e componentes principais baseadas em matrizes de postos*. Dissertação de Doutorado. Piracicaba. Estado de São Paulo- Brasil.
- Poole G.C. (2002). Fluvial Landscape ecology: addressing uniqueness within the river discontinuum, *Freshwater Biology* Vol.47, pp. 641-660.
- Poudevigne, I., Alard, D., Leuven, R.S.E.W., Nienhuis, P.H. (2002). A systems approach to river restoration: a case study in the lower Seine valley, France. *River Research and Applications* Vol.18, nº3, pp. 239-247.
- Prosistemas (2010). *Estudo de Impacte Ambiental do projeto de execução dos blocos de rega de Ervidel*. Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva, S.A.
- Puckridge ,J.T., Sheldon, F., Walker, K.F. , Boulton, A.J. (1998). Flow variability and the ecology of large rivers. *Marine and Freshwater Research* Vol.49, pp. 55–72.
- Rasid, H., Phillips, B. A. M., & Oosterveld, M. (1985). Morphologic Effects of Channelization: the Case of the Neebing-McIntyre Floodway, Thunder Bay, Ontario, Canada. *Environmental Management* Vol.9, pp. 399-416.
- Reid N., Boulton A., Nott R, Chilcott C. (1997). Ecological sustainability of grazed landscapes on the Northern Tablelands of New South Wales, Australia. in: Klomp, N., Lunt, I., (eds) *Frontiers in ecology: building the links*. Elsevier, Oxford, pp 117–130.
- Reynoldson, T. B., Norris, R. H., Resh, V. H., Day K. E., Rosenberg, D. M. (1997). The reference condition: a comparison of multimetric approaches to assess water-quality impairment using benthic macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society* Vol.16, pp. 833-852.
- Richards, C., Host G. E., Arthur J. W. (1993). Identification of predominant environmental factors structuring stream macroinvertebrate communities within a large agricultural catchment. *Freshwater Biology* Vol.29, pp. 285-294.
- Richter B.D., Richter H.E. (2000). Prescribing flood regimes to sustain riparian ecosystems along meandering rivers. *Conservation Biology* Vol.14, pp. 1467– 1478.
- Richter, B.D., Mathews, R., Harrison D.L., Wigington, R. (2003). Ecologically sustainable water management: managing river flows for ecological integrity. *Ecological Applications* Vol. 13, pp. 206–224.



- Rieger, J.P., Kreager D.A.,(1989). Giant reed (*Arundo donax*): a climax community of the riparian zone. Pages 222-225 in USDA Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. *Proceedings of the California Riparian Systems Conference*. Berkeley, CA
- Rios, S. L., Bailey R. C. (2006). Relationship between riparian vegetation and stream benthic communities at three spatial scales. *Hydrobiologia* Vol.553, pp. 153-160.
- Roberts, B. J., Mulholland, P. J. & Houser, J.N. (2007). Effects of upland disturbance and instream restoration on hydrodynamics and ammonium uptake in headwater streams. *Journal of the North American Benthological Society* Vol.26, pp. 38-53.
- Robertson, A. I., Rowling R. W. (2000). Effects of Livestock on Riparian Zone Vegetation in an Australian Dryland River. *Regulated Rivers: Research & Management* Vol.16, pp. 527-541.
- Rondon, M. C. (2009). Discriminação de habitats aquáticos no Córrego Guavirá. *Belo Horizonte* Vol.5, pp. 22-36.
- S.R.O.A. (Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário). *Classificação dos solos de Portugal*.
- Salinas M.J., Banca G., Romero T. (2000). Evaluating riparian vegetation in semi-arid Mediterranean watercourses in the south-eastern Iberian Peninsula. *Environmental Conservation*, Vol. 27 pp. 24-35.
- Santos, F.D. e Miranda, P. (Eds)(2006). *Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação*. Projeto SIAM II, Gradiva, Lisboa.
- Scealy, J. A., Mika S. J., Boulton A. J. (2007). Aquatic macroinvertebrate communities on wood in an Australian lowland river: experimental assessment of the interactions of habitat, substrate complexity and retained organic matter. *Marine and Freshwater Research* Vol.58, pp. 153-165.
- SGP (1989). Serviços Geológicos de Portugal. Carta Geológica de Portugal. Notícia Explicativa da Folha 42D Aljustrel.
- Schilling, K.E., Zhang, Y.K., Drobney, P. (2004). Water table fluctuations near an incised stream, Walnut Creek, Iowa. *Journal of Hydrology*, Vol.286, pp.236-248.
- Schlosser, I.J. (1991). Stream fish ecology: A landscape perspective, *BioScience*, Vol.41, pp.704-712.
- Shields, F. D. Jr., Knight, S. S., Cooper, C. M. (1994). Effects of channel incision on base flow stream habitats and fishes. *Environmental Management* Vol.18, pp. 43-57.

- Shields, F.D. Knight, S.S., Cooper, C.M. (1997). Rehabilitation of warm water stream ecosystems following channel incision. *Ecological Engineering* , Vol.8, pp. 93-116.
- Simon, A., Darby, S.E. (2002). Effectiveness of grade-control structures in reducing erosion along incised river channels: the case of Hotophia Creek, Mississippi. *Geomorphology* Vol.42, pp. 229-254.
- Simpson, P. W., Newman, J. R., Keirn, M. A., Matter, R. M., Guthrie, P. A. (1982). Manual of Stream Channelization Impacts on Fish and Wildlife. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington, DC.
- Smith, R.E.W., G. Pearson, (1987). The macro-invertebrate communities of temporary pools in an intermittent stream in tropical Queensland. *Hydrobiologia* Vol.150, pp.45-61.
- Souza, A. M. (2000). *Monitoração e ajuste de realimentação em processos produtivos multivariados*. Dissertação de Doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal Santa Catarina, Brasil
- SROA (1970). *Os solos de Portugal. Sua caracterização e génese. Vol. I*. Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário (SROA). Lisboa.
- SROA (1972). *Carta de Capacidade de Uso do Solo*, 6ª Edição. Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário (SROA). Lisboa.
- Stanford, J.A., Ward, J.V. (2001). Revisiting the serial discontinuity concept. *Regulated Rivers: Research and Management* Vol.17, pp. 303-310.
- Stanford, J.A.; Lorang, M.S. & Hauer, F.R. (2005). *The shifting habitat mosaic of river ecosystems*.
- Stanley, E. H.; Fisher, S. G.; N. B. Grimm (1997). Ecosystem Expansion and Contraction in Streams. Desert streams vary in both space and time and fluctuate dramatically in size. *BioScience* Vol.47, pp. 427-435.
- Statzner, B., Bis, B., Dolédec, S., Usseglio-Polatera P. (2001). Perspectives for biomonitoring at large spatial scales. A unified measure for the functional composition of invertebrate communities in European running waters. *Basic Applied Ecology*, Vol.2, pp.73-85.
- Statzner, B., Gore, J. A., & Resh, V. H. (1988). Hydraulic stream ecology: observed patterns and potential applications. *Journal of the North American Benthological Society*, Vol.7, pp. 307-360.

Strange, E., Fausch, K.D., & Covich, A.P. (1999). Sustaining ecosystem services in human dominated watersheds: biohydrology and ecosystem processes in South Platte river basin. *Environmental Management*, Vol.24, nº1, pp.39–54.

Stromberg, J.C. (1993). Instream flow models for deciduous riparian vegetation within a semi-arid region. *Regulated Rivers: Research and Management* Vol.8, pp.225-335.

Sweeting, R. (2001). Classification of ecological status of lakes and rivers: biological elements in the classification of Ecological Status of Lakes and Rivers, in Back S. & Karttunen K. (eds), *TemaNord 584* Nordic Council of Ministers, Copenhagen.

Sweeting R. (2001). *Classification of ecological status of lakes and rivers: biological elements*.

Syversen, N. (2005). Effect and design of buffer zones in the Nordic climate: The influence of width, amount of surface runoff, seasonal variation and vegetation type on retention efficiency for nutrient and particle runoff. *Ecological Engineering* Vol.24, pp.483-490.

Tabacchi E., Planty-Tabacchi A.M., Salinas M.J., Décamps H. (1996). Landscape structure and diversity in riparian plant communities: a longitudinal comparative study. *Regulated Rivers: Research and Management* . Vol.12, pp.367-390.

Tabacchi, E., Lambs L., Guilloy H., A. M Planty-Tabacchi, E. Muller., H. Décamps (2000). Impacts of riparian vegetation on hydrological processes. *Hydrological Processes* Vol.14, pp. 2959-2976.

Tánago, M., Jalón, D. (1998). *Restauración de Ríos y Riberas*. Fundación Conde delValle de Salazar EdicionesMundi-Prensa, Madrid.

Tánago, M.G. (2007). *Estrategia Nacional de Restauración de Ríos. La Urbanización y su Efectoen los Ríos*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.

TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity). *Climate Issues Update (2009)*. Available at: [www.teebweb.org](http://www.teebweb.org), accessed 18 December 2009.

TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) (2009). *TEEB for Policy Makers Summary: Responding to the Value of Nature*. Available at: [www.teebweb.org](http://www.teebweb.org), accessed 18 December 2009. The concise summary of TEEB for policy makers.

TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) (2008). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: An Interim Report European Commission: 2008*.

- Teiga, P. M. (2003). *Reabilitação de ribeira em zonas edificadas*. Tese de mestrado em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Engenharia do Porto.
- Teiga, P. (2011). Avaliação e Mitigação de Impactes em Reabilitação de Zonas edificadas. Uma Abordagem Participativa. Dissertação para Doutoramento em Engenharia do Ambiente Na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Thoms, M. C., F. Sheldon (2000). Lowland Rivers: An Australian Introduction. *Regulated Rivers: Research and Management*, Vol.16, pp. 375-383.
- Towsend, C.R.(1996). Concepts in river ecology: pattern and process in the catchment hierarchy. *Hydrobiologie Supplement* Vol.113, pp.3-21.
- Triska, F. J.(1984). Role of wood debris in modifying channel geomorphology and riparian areas of a large lowland river under pristine conditions: a historical case study. *Verhandlungen – Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*. Vol 22, 1876–1892.
- Vicini, L. (2005). *Análise multivariada da teoria à prática*. Santa Maria: UFSM, CCNE.
- Vila-Gispert, A., Moreno-Amich, Ramon (2002). *Environmental Biology of Fishes*. Vol. 65, nº 4, pp.387-400
- Vogt, J., Puumalainen, J., Kennedy P., Folving, S., (2004). Integrating information on river networks, catchments and major forest types: towards the characterization and analysis of European landscapes. *Landscape and Urban Planning* Vol.67, pp. 27-41.
- Vought L.B., Lacoursière J.O. (2010). Restoration on streams in the agricultural landscape. Restoration of Lakes, Streams, Floodplains, and Bogs in Europe. *Wetlands: Ecology, Conservation and Management* , Vol. 3, pp 225-242.
- Vought, L. B. M, Pinay G., A. Fuglsang., Ruffinoni C., (1995). Structure and function of buffer strips from a water quality perspective in agricultural landscapes. *Landscape and Urban Planning* , Vol.31, pp. 323-331.
- Vought, L. B.; Dahl, J.; Pedersen, C. L., Lacoursière, J. O. (1994). Nutrient retention in riparian ecotones. *Ambio*, Vol. 23, nº 6, pp. 342-348.
- Wallace, J. B., Eggert, S. L., Meyer., J. L, Webster, J. R (1997). Multiple trophic levels of a forest stream linked to terrestrial litter inputs. *Science* Vol.277, pp. 102-104.

- Ward J.V., Stanford, J.A. (1995). The serial discontinuity concept: extending the model to floodplain rivers. *Regulated Rivers: Research Management*, Vol.10, pp.159-168.
- Ward J.V., Stanford J.A. (1983). The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. in Fontaine T.D. & Bartell S.M. (eds.), *Dynamics of Lotic Ecosystems*. Ann Arbor Scientific Publishers: Ann Arbor, MI 347-356.
- Ward, J. V. (1989). The four-dimensional nature of lotic ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society* Vol.8, pp. 2-8.
- Webb, A.A., Erskine, W.D. (2003). A practical scientific approach to riparian vegetation rehabilitation in Australia. *Journal of Environmental Management* Vol.68, pp. 329-341.
- Weber, E. (2003). *Invasive Plant Species of the World. A Reference Guide to Environmental Weeds*. CABI Publishing. Switzerland.
- Werritty, A. (1996). Enhancing the quality of freshwater resources: the role of integrated catchment management. in P.J. Boon & D.L. Howell (eds.) *Freshwater quality: defining the indefinable?*, pp.489-505. Scottish Natural Heritage. The Stationery Office, Edinburgh.
- Williams, J.E., C.A.Wood., M.P. Dombeck (eds) (1997). *Watershed Restoration: Principles and Practices*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 561 pp.
- Winterbourn, M.J. & C.R. Townsend(1991). Streams and rivers: one-way flow systems. in Barnes, R.S.K. & Mann, K.H (eds), *Fundamentals of Aquatic Ecology* (2nd ed.). Blackwell Scientific Publications, London: 230-242.
- Wood, P. J., Armitage, P.D. (1999). Sediment Deposition In A Small Lowland Stream – Management Implications. *Regulated Rivers: Research & Management*. Vol.15, pp. 199-210.
- Wright J.F.; Sutcliffe D.W.; Furse M.T.(1999). *Assessing the biological quality of fresh waters: Rivpacs and other techniques*. Ambleside: Freshwater Biological Association.
- Wu J., Loucks O.L. (1995). From balance of nature to hierarchical patch Dynamics: a paradigm shift in ecology. *Quarterly Review of Biology*. Vol.70, pp. 439-466.